Deutscher Bundestag **Drucksache 16/3217**
16. Wahlperiode 01. 11. 2006

Bericht

des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (18. Ausschuss) gemäß § 56a der Geschäftsordnung

Technikfolgenabschätzung (TA)

TA-Projekt: Moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden – ökonomische und ökologische Potenziale

1. Bericht: Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren

Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Ausschusses

Der Anbau und die Nutzung von Pflanzen sind auch in einem hoch industrialisierten Land wie der Bundesrepublik Deutschland elementare Grundlage der menschlichen Existenz. Von der Art und Weise des landwirtschaftlichen Anbaus gehen vielfältige ökologische Wirkungen auf die landwirtschaftlich genutzten Flächen und die umgebenden Naturräume sowie ökonomische und soziale Wirkungen auf die in der Landwirtschaft tätigen Menschen und die gesamte Gesellschaft aus.

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) hat im Auftrag des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, u. a. auf Vorschlag des Ausschusses für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, in den vergangenen Jahren in mehreren Projekten Zukunftsperspektiven und -potenziale der Landwirtschaft und die zugehörige Technik- und Anwendungsbereiche untersucht. Es liegen Berichten über Entwicklungstendenzen bei Nahrungsmittelangebot und -nachfrage (Bundestagsdrucksachen 15/1673 bis 1675 vom 10. Oktober 2003) und zur Grünen Gentechnik vor (Bundestagsdrucksache 16/1211 vom 7. April 2006).

Der hiermit vorgelegte Bericht „Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren“ ist einer von zwei Abschlussberichten eines durch den Ausschuss für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz angeregten TA-Projektes „Moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden – ökonomische und ökologische Potenziale“. Der zweite Bericht behandelt das Thema „Precision Agriculture“.

Ziel des Gesamtprojektes war es zu untersuchen, welche Beiträge moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden für eine nachhaltige Landbewirtschaftung leisten können. Der vorliegende Teilbericht bietet einen Überblick über die Nutzung alternativer Kulturpflanzen und Anbauverfahren bei der Erzeugung von Nahrungsmitteln wie auch von nachwachsenden Rohstoffen zur stofflichen oder energetischen Nutzung. Während bei Precision Agriculture die Ressourcenschonung im Vordergrund steht, soll mit neuen Anbauverfahren und alternativen Kulturen vor allem ein Beitrag zum Erhalt bzw. zur Verbesserung der Agrobiodiversität geleistet werden. Untersucht wurde, welche der neuen Anbauverfahren und alternativen Kulturen besonders geeignet sind, im Rahmen einer nachhaltigen Landwirtschaft in Deutschland unter den Bedingungen der europäischen Agrarpolitik neue ökonomische und ökologische Potenziale zu erschließen. Aufgrund des oft sehr frühen Entwicklungsstadiums neuer Anbauverfahren und alternativer Kulturen gibt es eine Vielzahl von Anbau- und Züchtungsproblemen, die zunächst gelöst werden müssten, bevor Perspektiven einer breiteren Nutzung deutlicher werden können. Vor diesem Hintergrund wird ein vielfältiger Forschungs- und Entwicklungsbedarf deutlich.

Der Deutsche Bundestag erhält mit diesem Bericht eine aktuelle und umfassende Informationsgrundlage für die zukünftige parlamentarische Befassung mit diesem agrar-, umwelt- und forschungspolitisch bedeutenden Themenfeld.

Berlin, den 26. September 2006

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

Ulla Burchardt, MdB
Ausschussvorsitzende

Axel E. Fischer, MdB
Berichterstatter

Uwe Barth, MdB
Berichterstatter

Hans-Josef Fell, MdB
Berichterstatter

Swen Schulz, MdB
Berichterstatter

Dr. Petra Sitte, MdB
Berichterstatterin

Zusammenfassung

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung hatte im Juni 2003 beschlossen, das TAB mit einem TA-Projekt zum Thema „Moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden – ökonomische und ökologische Potenziale“ zu beauftragen. Aufbauend auf einem Vorschlag des Ausschusses für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft sowie Anregungen aus dem Berichterstatterkreis sollte in diesem TA-Projekt untersucht werden, welche Effizienzgewinne moderne Produktionsmethoden für eine nachhaltigere Landbewirtschaftung bereitstellen könnten.

Der vorliegende Bericht zu „alternativen Kulturpflanzen und Anbauverfahren“ bildet einen Teil der abschließenden Berichterstattung zum TA-Projekt „Moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden – ökonomische und ökologische Potenziale“. Parallel wird der Teilbericht „Precision Agriculture“ vorgelegt.

Problemstellung

Die Untersuchung moderner Produktionsmethoden sollte zum einen anhand agrartechnischer Entwicklungen im Bereich Precision Agriculture (PA), zum anderen mit Blick auf neue Entwicklungen bei alternativen Kulturen und Anbauverfahren (wie z. B. dem Mischanbau) erfolgen. Ziel war es, politische Gestaltungsmöglichkeiten in den Bereichen Forschungs- und Technologiepolitik, Agrarumweltpolitik sowie die agrarpolitischen Rahmenbedingungen herauszuarbeiten.

Während bei Precision Agriculture die Ressourcenschonung im Vordergrund steht, soll mit neuen Anbauverfahren und alternativen Kulturen vor allem ein Beitrag zum Erhalt bzw. zur Verbesserung der Agrobiodiversität geleistet werden. Zum Thema neue Anbauverfahren und alternative Kulturen im Pflanzenbau – sowohl zur Nahrungsmittelproduktion als auch zur energetischen und stofflichen Nutzung – sollte ein Überblick erarbeitet und darauf aufbauend untersucht werden, welche davon geeignet sind, im Rahmen einer nachhaltigen Landwirtschaft in Deutschland unter den Bedingungen der Neuausrichtung der europäischen Agrarpolitik neue ökonomische und ökologische Potenziale zu erschließen.

Angesichts des bisherigen Entwicklungsstands ergibt sich für diesen Bericht eine Konzentration der Analyse auf landwirtschaftliche Anbau- und Züchtungsprobleme: Diese müssen zunächst gelöst werden, bevor Perspektiven einer breiteren Nutzung intensiv diskutiert werden sollten.

Alternative Kulturpflanzen

Unter alternativen Kulturpflanzen werden in diesem Bericht landwirtschaftliche Nutzpflanzen verstanden,

– die zurzeit in Deutschland nicht oder nur in sehr geringem Umfang angebaut werden,

– die alte Kulturarten darstellen oder die erst vor relativ kurzer Zeit aus Wildpflanzenarten kultiviert wurden oder die in anderen Ländern bzw. Regionen in einem gewissen Umfang genutzt werden,

– die züchterisch so weit bearbeitet und für die Anbauverfahren etabliert sind, dass eine Einführung in die landwirtschaftliche Praxis in Deutschland prinzipiell möglich ist.

Darstellung und Diskussion der alternativen Kulturpflanzen sind untergliedert in Stärkepflanzen (alte Weizenarten, Hirsen, Buchweizen, Amarant, Reismelde), Zuckerpflanzen (Zichorie, Topinambur), Ölpflanzen (Crambe, Leindotter, Saflor), Faserpflanzen (Fasernessel), Arznei- und Gewürzpflanzen, Färberpflanzen sowie Nutzpflanzen zur energetischen Nutzung (Zuckerhirse, Sudangras, Miscanthus, Pappel, Weide). Dabei wird auf die Verwendung als Nahrungsmittel sowie als nachwachsende Rohstoffe eingegangen.

Allen behandelten alternativen Kulturpflanzen ist gemeinsam, dass sie nicht oder nur in geringem Umfang züchterisch bearbeitet sind. Dementsprechend haben diese Kulturpflanzen noch typische Wildpflanzeneigenschaften, darunter:

– niedriges Ertragsniveau;

– geringe Ertragssicherheit, d. h. von Jahr zu Jahr treten in Abhängigkeit von der Witterung erhebliche Ertragsschwankungen auf;

– ungleichmäßige Abreife, die die Bestimmung eines optimalen Erntezeitpunktes erschwert (z. B. Rispenhirse, Buchweizen);

– hohe Ausfall- und Ernteverluste, wodurch das Ertragspotenzial nur teilweise ausgeschöpft wird (z. B. Buchweizen, Amarant);

– Verunkrautung nachfolgender Kulturen durch ausgefallene Samen oder verbliebene Wurzelteile (z. B. Reismelde, Topinambur).

Hinzu kommt, dass gebietsfremde Pflanzen, wie die Pseudoceralien, Crambe oder Saflor, an wärmere Anbauregionen angepasst sind. Dies wirkt sich insbesondere auf die benötigte Keimtemperatur und die Vegetationsdauer nachteilig aus. Insgesamt stehen in den meisten Fällen keine an deutsche Standorte angepassten Sorten zur Verfügung. Die züchterische Bearbeitung der alternativen Kulturpflanzen hinsichtlich einer Vielzahl von Zuchtzielen wird daher noch für längere Zeit einen sehr hohen Stellenwert behalten.

In der Regel kann die Anbautechnik vergleichbarer Hauptkulturarten genutzt werden, so dass von dieser Seite keine wesentlichen Behinderungen vorliegen. Allerdings sind bisher die wissenschaftlichen und praktischen Kenntnisse über Anbausysteme begrenzt.

Insgesamt ist kurzfristig eine deutliche Ausweitung des Anbaus alternativer Kulturpflanzen nicht zu erwarten. Nur mittel- bis langfristig könnten sich die Chancen für alternative Kulturpflanzen erhöhen.

Ökologische Aspekte

Die meisten behandelten Kulturpflanzen sind relativ anspruchslos und besonders zum Anbau auf leichteren Böden und zu Trockenheit neigenden Standorten geeignet. Sie lassen sich gut in die Fruchtfolgen integrieren und würden damit die Agrobiodiversität auf diesen Standorten erhöhen. Da die alternativen Kulturpflanzen auf absehbare Zeit auf den ertragsstarken Standorten gegenüber den heute vorherrschenden Kulturpflanzen nicht konkurrenzfähig sein werden, können sie allerdings auf diesen, von der Intensivierung und Vereinfachung der Fruchtfolgen besonders betroffenen Standorten auch nicht zu einer höheren Agrobiodiversität beitragen.

Der Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen stellt wegen der Kleinräumigkeit des Anbaus der jeweiligen Art einen besonders wertvollen Beitrag zur Erhöhung der Agrobiodiversität dar. Hier wird der Multiplikatoreffekt im Agrarökosystem besonders deutlich: Die Biodiversität wird nicht nur durch den Anbau unterschiedlicher Pflanzenarten bereichert, sondern als Blühpflanzen stellen diese für zahlreiche Insekten Attraktionsstandorte dar. Als Nischenproduktion ist der positive Effekt bezogen auf die Gesamtfläche allerdings gering. Problematisch können Amarant und Reismelde wegen ihrer Verwandtschaft mit Problemunkräutern sein. Hier gibt es noch nicht genügend Erfahrungen, um Aussagen z. B. zu Spätverunkrautungen und zu möglichen negativen Einflüssen auf die Biodiversität zu treffen.

Der Dünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz würde durch alternative Kulturpflanzen im Allgemeinen reduziert. Gerade im Hinblick auf die Kontrolle von Krankheiten und Schädlingen wird durch sie eine Ausweitung der Fruchtfolgen erreicht, die auch bei den Marktfrüchten den Pflanzenschutzmitteleinsatz senken könnte. Die Anspruchslosigkeit der alternativen Kulturpflanzen, ihr niedriges Ertragsniveau und die Vorzüglichkeit für ertragsschwache Standorte bedingen eine extensive Bewirtschaftung. In den Bereichen, wo nur über höhere Erträge eine Konkurrenzfähigkeit gegenüber etablierten Kulturpflanzen erreicht werden kann, würden allerdings Ertragssteigerungen auch zu einem intensiveren Anbau führen.

Da es sich bei den meisten hier vorgestellten Kulturpflanzen um sommerannuelle Kulturen handelt, die teilweise auch hohe Ansprüche an die Bodenbearbeitung stellen, können Risiken in der nachhaltigen Bodennutzung ausgelöst werden, die einer wissenschaftlichen Lösung bedürfen.

Bei Kulturpflanzen zur energetischen Verwendung führen die Wettbewerbssituation gegenüber fossilen Energieträgern und die bestehenden Rahmenbedingungen dazu, dass Wirtschaftlichkeit eher bei einer relativ intensiven Produktionsweise erzielt wird. Allerdings ist in der Regel ein geringerer Aufwand an Produktionsmitteln als in der Nahrungsmittelproduktion notwendig, da keine entsprechenden Qualitätsanforderungen erfüllt werden müssen. Das Problem der Transportkosten könnte zu einer stärkeren regionalen Konzentration einzelner Arten führen. Die ökologische Bewertung von Dauerkulturen wie Miscanthus und Kurzumtriebsplantagen (Pappeln, Weide) auf landwirtschaftlichen Flächen ist von den ökologischen „Opportunitätskosten“, also dem alternativen Flächeneinsatz abhängig. Auf intensiv genutzten Ackerböden dürften sich positive Effekte einstellen, wenn eine standortgerechte Pflanzenauswahl getroffen wird. Dagegen birgt eine Nutzung von Grenzstandorten einerseits die Gefahr einer irreversiblen Schädigung wertvoller Biotope, andererseits eröffnet sie bei entsprechenden Anbaumethoden die Chance einer durchaus auch ökologisch verträglichen Nutzung anstelle des Brachfallens.

Die Erfahrungen mit gebietsfremden Pflanzen sind in der Regel noch nicht ausreichend. Das kann bedeuten, dass bei großflächigem Anbau der Pflanzenschutzmitteleinsatz höher wird als erwartet. Die bisherigen Erfahrungen bei sehr geringem Anbauumfang zeigten allerdings einen sehr geringen Pflanzenschutzmittelbedarf.

Nutzungsmöglichkeiten, Entwicklungsstand und Perspektiven

Im Bestreben um eine gesunde Ernährung wurde in den letzten Jahren eine Reihe von alten Nutzpflanzen als Rohstofflieferant für Nahrungsmittel wiederentdeckt, darunter Hirsen und Buchweizen. Hinzu kamen Bemühungen um die Verbesserung der Agrobiodiversität durch den ökologischen Landbau, die z. B. zum Anbau alter Weizenarten geführt hat. Auch für die Nutzung als nachwachsende Rohstoffe besteht ein steigendes Interesse an alternativen Kulturpflanzen. Niedriges Ertragsniveau, fehlende standortangepasste Sorten, geringe züchterische Bearbeitung und verschiedene Anbaurisiken führen aber dazu, dass die alternativen Kulturpflanzen derzeit in Deutschland in der Regel nicht wirtschaftlich angebaut werden können.

Bei den alternativen Stärkepflanzen eröffnen sich insbesondere bei Rispenhirse und den Pseudocerealien Chancen als Surrogate für Getreideprodukte bei Menschen mit Zöliakie und Neurodermitis. Der Anbau der Kulturart Rispenhirse kann für ökologisch wirtschaftende Betriebe auf leichten Böden und zu Trockenheit neigenden Standorten eine interessante Alternative sein. Die steigende Nachfrage wird bisher fast vollständig durch den Import gedeckt. Ein verstärktes Interesse am Anbau fördern Forschung und Züchtung. Die züchterischen Bemühungen lassen Potenziale für geeignete, ertragstabile Sorten für den Anbau in Deutschland erkennen.

Dagegen ist die Nutzung von Amarant und Reismelde über das Versuchsstadium noch nicht hinausgekommen. Haupthemmnisse sind der hohe Temperaturanspruch und die lange Vegetationsperiode. Wenn sich ein wachsender Bedarf für Amarant und Reismelde in der menschlichen Ernährung oder als Industrierohstoff entwickelt, dann ist eine umfangreiche züchterische Bearbeitung notwendig. Neben der Anpassung an die Standortbedingungen sind dabei die technologischen Eigenschaften wie Korngröße und Druschfähigkeit der Pflanzen (gleichmäßige Abreife, Verminderung der Ernteverluste) zu verbessern.

Buchweizen kann sowohl im konventionellen als auch im diätetischen Nahrungsmittelbereich eingesetzt werden. Da er kein Klebereiweiß enthält, kann Buchweizen zur Produktion glutenfreier Diäterzeugnisse verwendet werden. Vorteilhaft sind auch die pflanzenbaulichen Vorteile als Gesundungsfrucht in Fruchtfolgen, insbesondere bei der Nematodenbekämpfung. Buchweizen gilt innerhalb der Europäischen Union als ausgleichsberechtigte Kulturpflanze. Sein Anbau als Körnerfrucht wurde bisher über die Getreidebeihilfe gefördert. Die Entkopplung der Flächenprämien durch die neueste Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU schafft hier also keine wesentliche Veränderung, so dass keine umfangreiche Ausdehnung des Anbaus zu erwarten ist.

Im Nahrungsmittelbereich kann die aus dem Inulin von Zichorie oder Topinambur gewonnene Fructose als Alternativsüßstoff zur Saccharose eingesetzt werden. Auch im industriellen Bereich bestehen verschiedene Einsatzmöglichkeiten von Inulin, die noch an Bedeutung gewinnen dürften. Hierbei kann Inulin als Phosphatersatz in Waschmitteln eingesetzt werden. Bedeutsam ist auch die Anwendung des Inulins als Nährmedium für Mikroorganismen, die ihrerseits organische Säuren, Aminosäuren, Antibiotika und Vitamine produzieren. Weiterhin ist die biotechnologische Herstellung leicht abbaubarer Kunststoffe aus Inulin möglich.

Unter den alternativen Ölpflanzen befinden sich sowohl Arten für eine industrielle Nutzung, wie Crambe aufgrund ihres Erucasäuregehalts und Leindotter aufgrund des Eicosen- und Linolensäuregehalts, als auch Arten für den Nahrungsmittelbereich, wie Saflor mit seinem hochwertigen „Distelöl“. In diesem Bereich hat sich in den vergangenen Jahren eine intensive Suche nach alternativen Nutzpflanzen entwickelt. Ursache dafür ist vor allem das Interesse der chemischen Industrie, Erdölprodukte zu substituieren. Die Pflanzenarten sind für den Anbau in Deutschland grundsätzlich geeignet, haben aber in der Regel noch keine ausreichende Wirtschaftlichkeit erreicht.

Crambe wurde bereits in den 1950er und 1960er Jahren in der DDR angebaut. Im Mittelpunkt ihrer Nutzung steht heute die Verwertung in der Oleochemie. Das Öl weist ca. 50 Prozent Erucasäure auf. Erucasäure ist ein vielseitiger Industriegrundstoff als Weichmacher für Kunststoffe, zur Schmierölherstellung, zur Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse, zur Papierherstellung und als Schaumbremser in Waschmitteln. Außerdem wird Erucasäure für chemische Prozesse der Erdölförderung verwendet. Crambe ist allerdings als Sommerölpflanze dem Winterraps in der Ölproduktion pro Fläche unterlegen. Außerdem bestehen bei Crambe Anbaurisiken beispielsweise durch Ertragsschwankungen und Verunkrautung.

Leindotter ist wegen seines hohen Ölgehalts im Samen interessant. Aufgrund des hohen Anteils an Eicosen- und a-Linolensäure findet das Öl vorrangig im Non-Food-Bereich Anwendung. Das Leindotteröl wird zur Herstellung von Lacken und Farben verarbeitet. Leindotteröl lässt sich weiterhin zur Herstellung von kosmetischen Ölen, Cremes, Lotionen und Seifen verarbeiten. Außerdem eignet es sich bedingt als Kraftstoff für pflanzenöltaugliche Motoren. Leindotteröl kann auch zu Biodiesel (Methylester) verarbeitet werden. Eine Verwendung als Speiseöl ist ebenfalls möglich und hat derzeit die Bedeutung eines Nischenprodukts. Unterschiedliche Einschätzungen liegen zur Verwendbarkeit des Presskuchens in der Tierfütterung vor. Daher wird der Presskuchen noch als unerwünschter Stoff in Mischfuttermitteln eingestuft. Durch den Anbau von Leindotter im Mischanbau kann zur Erhöhung der Agrobiodiversität, besonders auf leichten Böden und in Ökobetrieben, beigetragen werden. Dort sind sichere, wenn auch niedrige Erträge zu verzeichnen. Der Presskuchen ist auch energetisch in Biogasanlagen nutzbar.

Die Arznei- und Gewürzpflanzen sind ein Beispiel, wie der Anbau alternativer Kulturen in den letzten Jahren erfolgreich ausgeweitet werden konnte. Unsichere Preise, stark schwankende Erträge, noch nicht ausgereifte Anbauverfahren vor allem im ökologischen Landbau und hohe Trocknungskosten stehen der weiteren Ausdehnung der inländischen Produktion oft noch entgegen. Dennoch stellt der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen insbesondere für kleinere und mittlere Betriebe eine interessante Alternative dar. Dies gilt insbesondere dann, wenn vertragliche Regelungen dem Anbauer einen gesicherten Absatz zu garantierten Preisen bieten. Allgemein ist ein zunehmendes Interesse an pharmazeutischen und kosmetischen Produkten auf der Basis pflanzlicher Wirkstoffe festzustellen. Mit dem Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen kann auch auf den Trend reagiert werden, verstärkt Naturstoffe aus regionaler Produktion zur Medikation bzw. in der Küche einzusetzen.

Zu den Farbstoffpflanzen wurden in den letzten 10 bis 15 Jahren intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt, in die auch die verarbeitenden Unternehmen mit einbezogen waren. Diese Arbeiten haben allerdings noch nicht zu einer deutlichen Steigerung des Färberpflanzenanbaus in Deutschland geführt. Die angesprochenen Färberpflanzen sind vor allem für Konsumenten mit allergischen Reaktionen auf synthetische Farben bedeutsam.

Der Anbau von Energiepflanzen wird mit einer Flächenprämie von 45 Euro und bei der Verstromung zusätzlich nach dem Energieeinspeisegesetz (EEG) gefördert. Damit können sie zur langfristigen Sicherung der landwirtschaftlichen Einkommen beitragen. Die besprochenen Energiepflanzen zeichnen sich durch schnelles Wachstum und Massenwüchsigkeit aus. Dauerkulturen wie Miscanthus und Kurzumtriebsplantagen sind in Deutschland noch nicht über das Versuchsstadium hinausgekommen.

Sudangras und Zuckerhirse gewinnen als Energiepflanzen in Deutschland (speziell in Bayern) und Österreich an Bedeutung, insbesondere für den Einsatz in Biogasanlagen. Positiv bewertet wird bei der energetischen Nutzung vor allem das im Vergleich zu Mais deutlich geringere Risiko für Nährstoffauswaschung und Bodenerosion. Weitere Vorteile sind die geringeren Wasseransprüche und die guten Fermentierungseigenschaften.

Miscanthus verfügt über vergleichsweise günstige Brennstoffeigenschaften. Sein geringer Wasser- und Nährstoffverbrauch bedingen eine sehr effiziente Ressourcennutzung. Die geringen Aufwendungen für den Pflanzenschutz sowie die langjährige Bodenruhe wirken sich auf die Fauna und die Bodenfruchtbarkeit positiv aus. Trotz der günstigen Voraussetzungen findet Miscanthus in Deutschland, entgegen ursprünglich sehr hohen Erwartungen, als Energiepflanze bisher kaum Akzeptanz. Dabei spielen Schwierigkeiten in der Bestandsetablierung, verbreitete Vorbehalte gegen Dauerkulturen und verfahrenstechnische Risiken in der Ernte zur Winterzeit eine vorrangige Rolle.

Kurzumtriebsplantagen mit Pappeln und Weiden liefern hohe Biomasseerträge. Insbesondere Pappeln können mit einem vergleichsweise geringen Düngereinsatz produziert werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand kann außerdem auf einen Pflanzenschutzmitteleinsatz verzichtet werden. Bei zunehmender Anbauausdehnung ist jedoch mit einem verstärkten Krankheits- und Schädlingsdruck zu rechnen. Die Ernte der Kurzumtriebsplantagen erfordert eine gesonderte Erntetechnik. Energieholzplantagen machen daher eine grundlegende Produktionsumstellung erforderlich.

Alternative Anbauverfahren

Als alternative Anbauverfahren werden in diesem Bericht Verfahren diskutiert, die der fortgesetzten Entkoppelung der Pflanzenproduktion von den natürlichen Standortfaktoren entgegen wirken und damit tendenziell zur Erhaltung oder zur Wiederherstellung der Multifunktionalität der Landwirtschaft beitragen können. Sie sollen der Ressourcenschonung und der Erhaltung der Biodiversität dienen. Eine eindeutige Grenzlinie zwischen konventionellen bzw. auf die „Regeln guter fachlicher Praxis“ im Pflanzenbau gestützten Anbauverfahren und alternativen Anbauverfahren kann nicht gezogen werden. Im Bericht werden Mischanbau, spezielle Reihenkulturen und Mulchverfahren behandelt. Anbauverfahren wie die pfluglose Bodenbearbeitung, die mittlerweile als Standardverfahren bereits etabliert sind, werden nicht behandelt.

Mischanbau

Der Begriff Mischanbau bezeichnet den gleichzeitigen Anbau mehrerer Arten (und mehrerer Sorten gleicher Art) auf demselben Feld mit unterschiedlichem Kontakt zwischen den Mischungspartnern. Für Mischanbau werden auch die Begriffe Mischfruchtanbau und Gemengeanbau verwendet. Der gemeinsame Anbau unterschiedlicher Pflanzenarten entspricht wesentlich mehr der Vielfalt natürlicher Vegetationsdecken als Reinbestände. Der Mischanbau stellt ein traditionelles Anbauverfahren dar, dessen Vorteile vor allem in der Ertragsstabilität und in der Ressourcenschonung liegen. Die positiven Effekte des Mischanbaus bestimmen sich aus dem Konkurrenzverhalten der Mischungspartner. Je deutlicher die gegenseitige Förderung ist, desto größer sind auch die Vorteile.

Als positive Wirkungen des Mischanbaus werden die folgenden Effekte genannt:

- Verminderung des Anbaurisikos, wenn sich die Mischungspartner in ihrer Stresstoleranz und Krankheitsgefährdung wesentlich unterscheiden;
- Nutzung von Ergänzungswirkungen (z. B. Stützfrucht);
- Steigerung in der Nutzung der Sonneneinstrahlung durch vergrößerten Blattflächenindex;
- Förderung der Unkrautunterdrückung durch stärkere Beschattung der Bodenoberfläche;
- Verbesserung in der Ausnutzung des Standortes durch Unterschiede im Bestandsaufbau und im Wurzelsystem der Mischungspartner;
- Erhöhung des Gesamtertrags je Flächeneinheit bei geringerem Ertrag der einzelnen Mischungspartner;
- Erhöhung der Ertragssicherheit auf Grenzstandorten;
- Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln.

Der Mischanbau birgt aber auch eine Reihe von Risiken:

- höhere technische Aufwendungen bei der Aussaat und Ernte;
- Effizienzverlust insbesondere beim Einsatz von Stickstoffdüngern durch unterschiedliche Ansprüche der Mischungspartner an Zeitpunkt und Höhe der Gabe;
- Erschwernisse bei der Bekämpfung von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern durch unterschiedliche Sensibilität der Mischungspartner gegenüber den ausgebrachten Mitteln;
- Steigerung des Arbeitszeitaufwandes je Flächeneinheit;
- Steigerung des Aufwandes in den Nachernteprozessen zur Reinigung, Separierung und Trocknung des Erntegutes.

Der Züchtungsfortschritt und die hohe Effizienz der Produktionsfaktoren (Düngung, Pflanzenschutzmittel) haben die Vorteile des Mischanbaus stark reduziert und so den Mischanbau zu Gunsten des Reinanbaus weitgehend aus der konventionellen Landwirtschaft verdrängt. Dessen ungeachtet rechtfertigen wissenschaftliche Untersuchungen und praktische Erfahrungen in den zurückliegenden Jahrzehnten die Schlussfolgerung, dass der Mischanbau von Körnerfrüchten zur stärkeren Ökologisierung der konventionellen Agrarproduktion beitragen könnte. Der Beitrag besteht besonders in der Möglichkeit, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren.

Im ökologischen Landbau stellt der Mischanbau eine Produktionsmethode zur Reduzierung von pilzlichen und tierischen Schaderregern und zur Regulierung unerwünschter Wildpflanzen (Unkräuter) dar. Allerdings fehlt es bei den Aussagen zum Pflanzenschutz noch an wissenschaftlichen Belegen. Besondere Bedeutung kommt dem Mischfruchtanbau auf den Grenzstandorten der einzelnen

Körnerfrüchte zu. Hier trägt er durch Erweiterung der Artenvielfalt wesentlich zur Stabilisierung der Pflanzenproduktion bei. Mit dem Mischanbau ergeben sich auch neue Produktionsalternativen, wenn z. B. die Nahrungs- oder Futtermittelproduktion mit der Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen kombiniert wird. Der Mischanbau von Leguminosen oder Getreide mit Leindotter ist dafür ein Beispiel. Diese Form der Produktion von nachwachsenden Rohstoffen hat den Vorteil, dass sie auch auf ertragsschwachen Standorten ohne Beeinträchtigung der Humusbilanz erfolgen kann.

Spezielle Reihenkulturen

Das im ökologischen Landbau entwickelte Konzept der „Weiten Reihe" ist ein Beispiel für eine spezielle Reihenkultur. Die limitierte N-Verfügbarkeit führt verbreitet zu geringen Rohproteingehalten und dadurch zu einer unzureichenden Backqualität beim Weizen. Als Problemlösung werden eine Vergrößerung des Reihenabstands auf bis zu 50 cm, eine Verminderung der Saatstärke und ein Übergang zur Unkrautregulierung mit der Maschinenhacke praktiziert.

Reihenkulturen wie „row intercropping", „strip intercropping" und „relay planting" spielen besonders unter den klimatischen Verhältnissen in Entwicklungsländern eine wichtige Rolle und dienen dem Erosionsschutz und der besseren Nährstoffnutzung. Sie erhöhen gleichzeitig die Agrobiodiversität. Schon aus arbeitswirtschaftlichen Gründen ist eine Übertragung auf die deutschen Verhältnisse schwierig. Systeme des „relay planting" wie Untersaaten bzw. Einsaaten werden teilweise in Deutschland genutzt, um Erosionsschutz und Nährstoffbindung zu erreichen.

„Alley cropping" bezeichnet ein Anbauverfahren, das die Verbindung von landwirtschaftlichen Kulturen mit mehrjährigen Gehölzen als Agroforst-System darstellt. An besonders windexponierten Standorten in Deutschland existieren seit Jahrhunderten Windschutzhecken. Neben dem Erosionsschutz fördern Windschutzstreifen die Biodiversität und schaffen neue Habitate für Flora und Fauna. Die verwendeten Gehölze sind häufig Obst- oder Nussarten (Schlehe, Sanddorn, Haselnuss u. a.), deren Früchte für die menschliche Ernährung genutzt werden können. Innerhalb von Weidenutzungssystemen können die angepflanzten Gehölzarten auch als Viehfutter oder Schattenbäume dienen. Neue Einsatzmöglichkeiten wurden erfolgreich bei der Rekultivierung von Bergbaufolgelandschaften in der Lausitz erprobt.

Mulchverfahren

Mulchverfahren beinhalten die vollständige oder teilweise Bedeckung der Bodenoberfläche mit organischen Reststoffen. Primäres Ziel der Mulchverfahren ist es, die Erosionsgefährdung der landwirtschaftlichen Flächen zu reduzieren. Darüber hinaus werden weitere Effekte bei der Schonung des Wasservorrats im Boden, der Verringerung des Unkrautdruckes und bei der Regulierung der Bodentemperatur sowie der Aktivierung des Bodenlebens erreicht. Mulchen wird meist mit Verfahren der reduzierten, nicht wendenden Bodenbearbeitung und der direkten Aussaat verbunden. Oberflächiges Einarbeiten oder Belassen von Ernterückständen auf dem Boden haben sich auf vielen Standorten in Deutschland bereits bewährt, auch durch die Verfügbarkeit wirksamer Herbizide zur verbesserten Unkrautkontrolle in diesen Systemen. Arbeitswirtschaftliche Vorteile und die Reduzierung des Dieselkraftstoffaufwandes gelten als Hauptvorteile. Mulchsaatverfahren können heute bei fast allen landwirtschaftlichen Kulturen eingesetzt werden.

Handlungsmöglichkeiten

Aufbauend auf den vorhergehenden Analysen werden im Bericht einige Handlungsmöglichkeiten abgeleitet. Diese gehen von der Voraussetzung aus, dass eine verstärkte Nutzung von alternativen Kulturpflanzen und Anbauverfahren angestrebt wird, um einen Beitrag zu einer höheren Agrobiodiversität zu leisten und neue Absatzchancen für die Landwirtschaft zu erschließen.

Züchtung

Die geringe züchterische Bearbeitung und die dadurch bedingten Wildpflanzeneigenschaften der diskutierten alternativen Kulturpflanzen sind als ein zentraler Problembereich herausgearbeitet worden. Daraus folgt, dass der Züchtungsforschung und Züchtung bei den alternativen Kulturpflanzen ein zentraler Stellenwert zukommt.

Züchtungsarbeiten zu alternativen Kulturpflanzen, wie die Arbeiten an der Universität Gießen zu Leindotter, stellen die Ausnahme dar. Eine verstärkte Züchtung bei alternativen Kulturpflanzen wäre wünschenswert. Die Züchtung alternativer Kulturpflanzen stellt eine mittel- bis längerfristige Aufgabe dar, die erhebliche Investitionen erfordert, erst bei der Etablierung von leistungsfähigen Sorten bzw. deutlich verbesserten Sorten Einnahmen verspricht und auf absehbare Zeit nur einen begrenzten Markt erwarten lässt. Deshalb handelt es sich um eine Aufgabe der öffentlichen Forschung, und es bedarf der finanziellen Unterstützung privater Züchter.

Züchtungsziele für alternative Kulturpflanzen aus den behandelten Pflanzengruppen könnten beispielsweise sein:

- Züchtung auf Ertragssicherheit bei Leindotter,
- Veränderung der Fettsäuremuster bei Leindotter,
- Erhöhung des Fasergehalts in der Fasernessel,
- Selektion auf größere Samenkörner bei Amarant, Reismelde und Leindotter,
- Züchtung von Sorten mit verminderter Ausfallneigung der Samen bei Amarant und Reismelde.

Die Züchtung alternativer Kulturpflanzen kann nur Fortschritte machen, wenn es zu koordinierten Aktivitäten von Instituten für Pflanzenzüchtung an den Hochschulen, der Bundesanstalt für Züchtungsforschung (BAZ), dem Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK Gatersleben), den entsprechenden Landesinstitutionen zur Pflanzenzüchtung und privaten Züchtungsunternehmen kommt.

Verbundforschung

Forschungsaktivitäten zu alternativen Kulturpflanzen und Anbauverfahren haben bisher keinen hohen Stellenwert. Forschungsbedarf wird insbesondere zur Systematisierung der vorhandenen Kenntnisstände, zur Anbauerprobung alternativer Kulturpflanzen auf verschiedenen Standorten und zur Weiterentwicklung ihrer Anbautechnik sowie zur Überprüfung und Weiterentwicklung von Anbauverfahren gesehen. Erkenntnisse, die unter konkreten Anbaubedingungen von Praktikern oder mittels „on-farm research“ gefunden wurden, sollten gebündelt und ausgewertet werden. Technische Lösungen, die vielfach individuell auf Betriebsebene entstanden sind, sollten aufgegriffen werden.

Verbundprojekte zu alternativen Anbauverfahren sollten sich u. a. auf den Mischanbau konzentrieren und Untersuchungen zu biologischen Grundlagen von Mischbeständen, zur Verbesserung der Bestandsführung, zur Optimierung der Ernte, zur Wirtschaftlichkeit und zu den ökologischen Auswirkungen integrieren. Forschungs-, Erprobungs- und Demonstrationsvorhaben sollten kombiniert werden. Es sollten Fragestellungen des Mischanbaus sowohl in der konventionellen Landwirtschaft als auch im ökologischen Landbau bearbeitet werden.

Bei den alternativen Kulturpflanzen gibt es Beispiele für erfolgreiche Verbundprojekte über die gesamte Produktionskette, wie beispielsweise die Projekte der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) zu Färberpflanzen und Arzneipflanzen. Vergleichbare Aktivitäten für Verwendungen als Nahrungsmittel fehlen bisher. In Verbundprojekten zu alternativen Kulturpflanzen für den Nahrungsmittelbereich sollten Fragen der Züchtung, des Anbaus, der Verarbeitung, der Vermarktung und der Nutzung der Nahrungsmittel gemeinsam bearbeitet werden. Dabei wären Akteure aus Züchtung, Landwirtschaft, Verarbeitung und Nahrungsmittelherstellung einzubeziehen.

Produktionssysteme der Industrieländer stellen oft ein Vorbild für Entwicklungsländer dar. Der Wissens- und Technologietransfer läuft in der Regel von den entwickelten Ländern zu den Entwicklungsländern. Im Hinblick auf Nachhaltigkeit könnten regionalspezifische Ansätze bei Anbaumethoden und Wahl der Kulturpflanzen in Deutschland ein anderes Vorbild als moderne Hochtechnologien sein. Spezielle Reihenkulturen könnten sogar ein Beispiel dafür sein, wie umgekehrt von Entwicklungsländern gelernt werden könnte. Dazu sollte als erstes eine Potenzialabschätzung durchgeführt werden, um die Übertragungsmöglichkeiten auf deutsche Verhältnisse zu überprüfen.

Forschung und Förderung zu nachwachsenden Rohstoffen

Die Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe spielt in Deutschland seit einigen Jahren eine wichtige Rolle. In diesem Zusammenhang sind auch wiederholt Projekte zu alternativen Kulturpflanzen durchgeführt worden. Diese Aktivitäten sollten fortgeführt werden, insbesondere zu stofflichen Verwendungen alternativer Kulturpflanzen. Dabei sollte an den Dialog zur stofflichen Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen, den das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) mit der chemischen Industrie führt, angeknüpft werden.

Erhaltung und nachhaltige Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen

Das „Nationale Fachprogramm für Genetische Ressourcen landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Kulturpflanzen“ ist die Grundlage für die langfristige Erhaltung und Nutzung, Forschung und Entwicklung genetischer Ressourcen im Bereich landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Kulturpflanzen sowie von Wildpflanzen in Deutschland. Dieses Programm wurde unter Leitung des BMELV von einer Arbeitsgruppe aus Vertretern von Bund und Ländern, Universitäten, Ressortforschung und Verbänden erarbeitet und von der Agrarministerkonferenz im März 2002 in Bad Nauheim verabschiedet.

Die Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen wird in einem integrativen Ansatz unter Nutzung von In-situ-Erhaltung, On-Farm-Bewirtschaftung und Ex-situ-Erhaltung angestrebt. Hinsichtlich der Nutzung stehen zwei Ansätze im Vordergrund:

– die Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für moderne Sorten, insbesondere der Hauptkulturarten,

– die On-Farm-Bewirtschaftung von alten Kulturarten und Landsorten.

Im ersten Ansatz soll die Vielfalt pflanzengenetischer Ressourcen durch Charakterisierung, Evaluierung, Dokumentation und züchterische Erschließung verstärkt für moderne Sorten – insbesondere der Hauptkulturarten – nutzbar gemacht werden. Beispiele hierfür sind die Nutzung von Wildmaterial und Landsorten als wichtige Quelle für Resistenzgene. So geht das Mehltauresistenzgen Pm5, das viele aktuelle Weizensorten enthalten, auf einen asiatischen Stamm des Emmers *(Triticum dicoccon)* zurück. Gerstensorten, die gegen das Gerstenvergilbungsvirus resistent sind, wurden durch Einkreuzen von Landsorten aus Ostasien gewonnen.

Beim zweiten Ansatz ist das Netzwerk von Kulturpflanzeninitiativen KERN hauptsächlich im Bereich gärtnerischer Kulturpflanzenarten aktiv. Ergänzend gibt es einzelne Initiativen zur On-Farm-Bewirtschaftung alter landwirtschaftlicher Kulturarten und -sorten, insbesondere im ökologischen Landbau. Hauptziel dieser Aktivitäten ist, die traditionellen pflanzengenetischen Ressourcen im Anbau gleichzeitig zu erhalten und wirtschaftlich zu nutzen.

Eine dritte, auszubauende Säule könnte sein, die Kulturartenvielfalt als Diversifizierungspotenzial für die Landbewirtschaftung zu nutzen. Dieser Ansatz ist im Nationalen Fachprogramm angesprochen. Damit geht es hauptsächlich um die Gewichtung und die Umsetzung entsprechender Maßnahmen, wie die Förderung längerfristiger Züchtungsprojekte für bisher züchterisch

vernachlässigte Kulturpflanzen. Mit der züchterischen Weiterentwicklung von alternativen Kulturpflanzen zu leistungsfähigen Sorten, die dann eine größere Kulturartenvielfalt in der Pflanzenproduktion ermöglichen, könnte ein Beitrag zu einer höheren Agrobiodiversität geleistet werden.

Die Richtlinie des BMELV zur Förderung von Modell- und Demonstrationsvorhaben im Bereich der Erhaltung und innovativen nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt sieht u. a. die „Entwicklung innovativer Produkte und Verfahren auf der Basis genetischer Ressourcen für eine unter wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Gesichtspunkten nachhaltige Nutzung“ vor. Dies könnte ein Ort sein, Projekte zur Nutzung alternativer Kulturpflanzen zu fördern.

Agrarpolitische Rahmenbedingungen

Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union ist mit dem Luxemburger Beschluss vom 26. Juni 2003 ein weiteres Mal reformiert worden. Die Europäische Kommission hatte im Januar 2003 Vorschläge für eine weitere Reform der GAP vorgelegt. Vorgeschlagen wurden im Wesentlichen eine Entkopplung der Direktzahlungen von der Produktion, der weitere Abbau der Markt- und Preisstützung sowie eine Stärkung der Politik für den ländlichen Raum. Der Rat der Europäischen Union ist mit seinen Beschlüssen zur Reform der Agrarpolitik vom Juni 2003 den Kommissionsvorschlägen in weiten Teilen gefolgt. Allerdings sind die Beschlüsse weniger weitreichend als die Vorschläge ausgefallen, und den Mitgliedstaaten wurden zahlreiche Wahlmöglichkeiten bei der Ausgestaltung des Prämiensystems eröffnet. Die Umsetzung in deutsches Recht erfolgte im Jahr 2004, die Reform trat zu wesentlichen Teilen 2005 in Kraft. Diese neuen agrarpolitischen Rahmenbedingungen haben auch Auswirkungen auf die Chancen alternativer Kulturpflanzen und Anbauverfahren.

Im Mittelpunkt der Reformbeschlüsse steht die Entkopplung des größten Teils der bislang als Flächen- oder Tierprämien gewährten Direktzahlungen von der landwirtschaftlichen Produktion. Damit werden die Direktzahlungen von der landwirtschaftlichen Erzeugung auf den Landwirt verlagert. Die Entscheidungsfreiheit der Landwirte wird sich somit erhöhen. Die Landwirte haben in Zukunft die Möglichkeit, auf rentablere landwirtschaftliche Produktionsrichtungen umzusteigen, ohne dabei Prämienansprüche zu verlieren. Perspektivisch ist diese Entscheidungsfreiheit auch von Vorteil für alternative Kulturpflanzen (und Anbauverfahren), da ihre Wahl keinen Einfluss auf Prämienansprüche mehr hat. Kurzfristig wird dies aber aufgrund der mangelnden Konkurrenzfähigkeit wenig verändern.

Voraussetzung für den vollständigen Erhalt der entkoppelten und gekoppelten Direktzahlungen ist die Einhaltung von bestimmten Bewirtschaftungsauflagen (Cross Compliance). Diese Verpflichtungen umfassen Grundanforderungen an die Betriebsführung, Anforderungen zur Erhaltung von Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand sowie Regelungen zum Erhalt von Dauergrünland. Bei Nichteinhaltung kommt es zu einer Kürzung beziehungsweise bei vorsätzlichen Verstößen im Extremfall zu einem vollständigen Einbehalt der Zahlungen. Die Cross-Compliance-Regelungen umfassen neben einschlägigen EU-Regelungen nationale Mindestanforderungen zur Instandhaltung von Flächen und zum Bodenschutz. Auswirkungen auf die Chancen von alternativen Kulturpflanzen und Anbauverfahren sind nicht zu erwarten.

Mit der obligatorischen Modulation werden die Direktzahlungen ab 2005 in allen Mitgliedstaaten um einen vorgegebenen Prozentsatz gekürzt. Die frei werdenden Gelder erhöhen die den Mitgliedstaaten zur Verfügung stehenden Mittel für ländliche Entwicklungsmaßnahmen. Daneben wurde außerdem das Maßnahmenspektrum zur Förderung der ländlichen Entwicklung ausgeweitet. Der Bund beteiligt sich im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) über die Grundsätze zur Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung u. a. an der Förderung ökologischer und umweltfreundlicher Anbauverfahren im Ackerbau. Im Rahmen umweltfreundlicher Anbauverfahren im Ackerbau werden schon heute der Anbau vielfältiger Fruchtarten sowie Mulch- oder Direktsaatverfahren gefördert. Hier böte es sich an, den Mischanbau von Körnerfrüchten als neue förderfähige Maßnahme aufzunehmen. Damit würde der positive Einfluss auf die Agrobiodiversität über freiwillige Agrarumweltmaßnahmen honoriert. Auf der Ebene der Bundesländer besteht darüber hinaus die Möglichkeit, in den dortigen Agrarumweltprogrammen weitere länderspezifische Maßnahmen zu integrieren.

I. Einleitung

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung hatte im Juni 2003 beschlossen, das TAB mit einem TA-Projekt zum Thema „Moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden – ökonomische und ökologische Potenziale“ zu beauftragen. Aufbauend auf einem Vorschlag des Ausschusses für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft sowie Anregungen aus dem Berichterstatterkreis sollte in diesem TA-Projekt untersucht werden, welche Effizienzgewinne moderne Produktionsmethoden für eine nachhaltigere Landbewirtschaftung bereitstellen könnten.

Der vorliegende Bericht zu „alternativen Kulturpflanzen und Anbauverfahren“ bildet einen Teil der abschließenden Berichterstattung zum TA-Projekt „Moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden – ökonomische und ökologische Potenziale“. Paraellel wird der Teilbericht „Precision Agriculture“ vorgelegt.

1. Problemstellung und Zielsetzung

Die Untersuchung moderner Produktionsmethoden sollte zum einen anhand agrartechnischer Entwicklungen im Bereich Precision Agriculture (PA), zum anderen mit Blick auf neue Entwicklungen bei alternativen Kulturen und Anbauverfahren (wie z. B. dem Mischanbau)

erfolgen. Ziel war es, politische Gestaltungsmöglichkeiten in den Bereichen Forschungs- und Technologiepolitik, Agrarumweltpolitik sowie die agrarpolitischen Rahmenbedingungen herauszuarbeiten.

Problemstellung des TA-Projektes

Landwirtschaftliche Produktionssysteme spielen in der Diskussion um Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle. Strittig wird diskutiert, wie konventioneller und ökologischer Landbau im Hinblick auf Nachhaltigkeit zu bewerten sind und welche Nachhaltigkeitspotenziale mit der Weiterentwicklung des konventionellen Landbaus erschlossen werden können.

Eine wichtige technische Entwicklung der konventionellen Landwirtschaft ist der Präzisionspflanzenbau (Precision Agriculture). Precision Agriculture basiert auf der Kombination von satellitengestützten Navigationssystemen (z. B. GPS – Global Positioning System), geographischen Informationssystemen (GIS), computergestützter Steuerung landwirtschaftlicher Maschinen sowie entsprechender Computerprogramme zur Betriebsführung. Es handelt sich hier also um moderne Anwendungen von Informations- und Steuerungstechniken in Kombination mit Optimierungen der pflanzenbaulichen Betriebsführung. Zielsetzung ist, pflanzenbauliche Maßnahmen räumlich differenziert an den jeweiligen Zustand des Standortes (Boden) und des Pflanzenbestands anzupassen.

Erwartet wird, dass der Präzisionspflanzenbau insbesondere zu Einsparungen bei Produktionsfaktoren (Dünger, Pflanzenschutzmittel) führen wird. Die Erzielung positiver ökologischer Effekte ist von zahlreichen Faktoren abhängig, wie z. B. Niveau des Produktionsmitteleinsatzes, standortspezifische Gefährdungspotenziale sowie allgemeine Entwicklung der Produktionsintensität.

Zum Thema PA sollten, ausgehend von einer Erhebung des Entwicklungsstands, die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen abgeschätzt werden. Die Ergebnisse wurden in einer zusammenfassenden Betrachtung unter dem Blickwinkel von Nachhaltigkeitsleitbildern und -kriterien analysiert. Ein wichtiges Ziel des TAB-Projektes ist, die fördernden und hemmenden Elemente von PA hinsichtlich der Erreichung der wichtigsten Nachhaltigkeitsziele in der Landwirtschaft zu identifizieren. Darauf aufbauend sollten agrar- und forschungspolitische Rahmenbedingungen diskutiert werden, die erforderlich sind, um die möglichen Nachhaltigkeitspotenziale von PA auszuschöpfen.

Problemstellung des Untersuchungsbereiches „Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren“

Während bei Precision Agriculture die Ressourcenschonung im Vordergrund steht, soll mit neuen Anbauverfahren und alternativen Kulturen vor allem ein Beitrag zum Erhalt bzw. zur Verbesserung der Agrobiodiversität geleistet werden.

Zum Thema neue Anbauverfahren und alternative Kulturen im Pflanzenbau – sowohl zur Nahrungsmittelproduktion als auch zur energetischen und stofflichen Nutzung – sollte ein Überblick erarbeitet und darauf aufbauend untersucht werden, welche davon geeignet sind, im Rahmen einer nachhaltigen Landwirtschaft in Deutschland unter den Bedingungen der Neuausrichtung der europäischen Agrarpolitik neue ökonomische und ökologische Potenziale zu erschließen.

Für die diskutierten alternativen Kulturpflanzen wird der Schwerpunkt der Analyse auf die Anbau- und Züchtungsprobleme und deren Lösung gelegt. Diese Fokussierung ist deshalb sinnvoll, da aufgrund der Eigenschaften dieser Pflanzen (z. B. Inhaltsstoffe), aber auch wegen bestehender Importe und geringer Konkurrenzfähigkeit (z. B. gegenüber anderen Nahrungsmittelpflanzen), eine nennenswerte Nachfrage zurzeit nicht erwartet werden kann.

2. Vorgehensweise

Im Herbst 2003 wurde das TA-Projekt über Stand und Perspektiven des Einsatzes moderner Techniken und Produktionsmethoden in der Landwirtschaft begonnen. Aufgrund der Breite des Themenfeldes fokussierte das TAB die Fragestellung auf den Einsatz von modernen Produktionstechniken und -methoden im Pflanzenbau.

Im Mittelpunkt des Projektes stand die innovative Entwicklung der Precision Agriculture (PA). Diese Technikentwicklung beinhaltet den Einsatz intelligenter Steuerungssysteme, die auf der Basis vorhandener und/oder während der Arbeitsdurchführung erfasster Daten über Pflanzen, Boden und Klima sowie von expertenbasierten Wissenssystemen und Entscheidungsmodellen arbeiten. Ziel der PA-Technik ist es, Effizienzsteigerungen und Ressourceneinsparungen zu erreichen, und somit zu einer höheren Wirtschaftlichkeit der Pflanzenproduktion als auch zu einer nachhaltigeren Landbewirtschaftung beizutragen. Zum Untersuchungsbereich Precision Agriculture wurden insgesamt vier Gutachten vergeben. Die Ergebnisse dieses Untersuchungsbereiches sind in einem weiteren Teilbericht zum Projekt (TAB 2005) zusammengefasst.

Obwohl Precision Agriculture weitestgehend als ein Weg der konventionellen Landbewirtschaftung zur nachhaltigen Entwicklung angesehen wird, könnte sie auch im ökologischen Landbau ihre Potenziale entfalten. Vor diesem Hintergrund wurden in der Anfangsphase des TA-Projektes zwei Gutachten zum Thema Technologiebedarf und Technikentwicklung im ökologischen Landbau vergeben. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden im TAB-Hintergrundpapier Nr. 12 veröffentlicht (TAB 2004).

Im Untersuchungsbereich „Alternative Kulturpflanzen und Anbauverfahren“ wurden im Herbst 2004 drei Gutachten vergeben:

– „Neue Anbaumethoden und alternative Kulturpflanzen im Pflanzenbau – Entwicklungsstand und Potenziale“ an Priv. Doz. Dr. Heide Hoffmann, Dr. Jörg Borgman und Prof. Dr. Jürgen Hahn, Humboldt-

Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät;

– „Stoffliche Nutzung alternativer Kulturpflanzen – Entwicklungsstand und Potenziale“ an Prof. Dr. Bernd Honermeier, Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung;

– „Mischanbau bei Körnerfrüchten“ an Prof. em. Dr. Norbert Makowski, Rostock.

Auf der Basis dieser Gutachten ist vom TAB dieser Endbericht erstellt worden; die meisten Literaturverweise wurden aus den Gutachten übernommen. Eine Kommentierung des Berichtsentwurfes ist durch die Gutachter erfolgt. Den Gutachterinnen und Gutachtern sei herzlich für ihre Arbeit und ihre Kooperationsbereitschaft gedankt. Die Verantwortung für Auswahl und Interpretation der Ergebnisse aus den Gutachten liegt ausdrücklich beim Autor des vorliegenden Berichtes.

3. Aufbau des Berichtes

Im Kapitel II – Begriffe und Grundlagen – wird verdeutlicht, was in diesem Bericht unter alternativen Kulturpflanzen sowie unter alternativen Anbauverfahren verstanden wird. Zuvor wird erläutert, welche Bedeutung die Veränderungen der letzten Jahrzehnte beim Anbau landwirtschaftlicher Kulturpflanzen und bei den Fruchtfolgen für die Agrobiodiversität haben. Schließlich wird ausgeführt, in welcher Weise Aussagen zu Nachhaltigkeitspotenzialen getroffen werden und wie die Bewertung der alternativen Kulturpflanzen vorgenommen wurde.

Die alternativen Kulturpflanzen werden im Kapitel III vorgestellt und analysiert, untergliedert nach Stärkepflanzen (alte Weizenarten, Hirsen, Buchweizen, Amarant, Reismelde), Zuckerpflanzen (Zichorie, Topinambur), Ölpflanzen (Crambe, Leindotter, Saflor), Faserpflanzen (Fasernessel), Arznei- und Gewürzpflanzen, Färberpflanzen sowie Nutzpflanzen zur energetischen Nutzung (Zuckerhirse, Sudangras, Miscanthus, Pappel, Weide). Dabei wird auf die Verwendung als Nahrungsmittel sowie als nachwachsender Rohstoff eingegangen. Dieses Kapitel beruht im Wesentlichen auf dem Gutachten von Hoffmann et al. (2005), die Kapitel III.5 und III.6 zu Arznei- und Gewürzpflanzen sowie Färberpflanzen auf dem Gutachten von Honermeier (2005). Im Kapitel IV werden als alternative Anbauverfahren der Mischanbau, spezielle Reihenkulturen und Mulchverfahren behandelt. Dabei wird auf historische und aktuelle Anwendungen, Probleme, Konkurrenzfähigkeit und Potenziale der vielfältigen Anbausysteme eingegangen. Dieses Kapitel beruht im Wesentlichen auf dem Gutachten von Makowski (2004)

Aufbauend auf diesen Analysen werden im Kapitel V die potenziellen Handlungsmöglichkeiten vorgestellt, wenn eine verstärkte Nutzung von alternativen Kulturpflanzen und Anbauverfahren angestrebt wird, um einen Beitrag zu einer höheren Agrobiodiversität zu leisten.

II. Begriffe und Grundlagen

Die Veränderungen der letzten Jahrzehnte beim Anbau landwirtschaftlicher Kulturpflanzen und bei den Fruchtfolgen und ihre Bedeutung für die Agrobiodiversität werden eingangs kurz erläutert. Dann wird vorgesellt, was in diesem Bericht unter alternativen Kulturpflanzen sowie unter alternativen Anbauverfahren verstanden wird. Schließlich wird auf den Bewertungsansatz dieses Berichtes eingegangen.

1. Landwirtschaftliche Kulturpflanzen und Fruchtfolgen

Seit den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts hat ein Konzentrationsprozess bei den angebauten landwirtschaftlichen Kulturarten stattgefunden. Die Anzahl der angebauten Kulturarten und ihre jeweiligen Flächenanteile an der gesamten Anbaufläche sind ein Indikator für die Vielfalt landwirtschaftlicher Produktionssysteme.

Gleichzeitig haben in den letzten Jahrzehnten erhebliche Verschiebungen zwischen den Kulturarten stattgefunden. Dies ist schon ausführlich im TAB-Projekt „Gentechnik, Züchtung und Biodiversität“ untersucht worden (Meyer et al. 1998; TAB 1998). Der Getreideanbau hat bis Anfang der 1980er Jahre zugenommen und ist dann wieder auf das Niveau der 1950er Jahre zurückgegangen. Der Anbau von Hackfrüchten wurde erheblich reduziert. Dies ist durch die Verringerung des Kartoffelanbaus sowie den fast vollständigen Verzicht auf den Futterrübenanbau bedingt. Futterrüben wurden durch Mais und Gerste ersetzt. Gleichzeitig stieg der Anbau von Handelsgewächsen (d. h. vor allem von Raps) erheblich an, in etwa auf das Niveau des Hackfruchtanbaus. Der Anteil der Futterpflanzen hat sich relativ wenig verändert. Diese Entwicklungen wurden sowohl von agrarpolitischen Rahmenbedingungen und Nachfrageentwicklungen als auch von züchterischen Fortschritten und produktionstechnologischen Entwicklungen bestimmt.

Allein die fünf wichtigsten Kulturarten nehmen derzeit rund 70 Prozent der gesamten Ackerfläche ein (Tab. 1). Fast 60 Prozent der Ackerfläche entfällt auf den Getreideanbau. Die bedeutendste Getreideart ist der Weizen, gefolgt von Gerste und Mais.

Eine Vereinfachung der Fruchtfolgen ist eine zwangsläufige Konsequenz der Konzentration auf relativ wenige Hauptkulturarten. Ebenso haben die Spezialisierung, Intensivierung und Rationalisierung der Landwirtschaft zu Verengung von Fruchtfolgen geführt. Bei der veränderten Vielfalt der angebauten Kulturarten ist außerdem zwischen regionalen und sektoralen Effekten zu unterscheiden. So kann eine Verringerung der gesamten Anbaufläche einer Kulturart (z. B. aufgrund von Ertragssteigerungen) zwar sektoral zu einer Diversifizierung im Anbau führen, aber regional mit einer Konzentration des Anbaues und einer Vereinfachung von Fruchtfolgen verbunden sein (Meyer et al. 1998, S. 120 f.; TAB 1998).

Aus dieser Entwicklung resultiert das Interesse an alternativen Kulturpflanzen. Mit der Aufnahme „neuer“ Kul-

Tabelle 1

Verteilung der Ackerflächenanteile der in Deutschland angebauten Kulturpflanzen im Jahr 2003[1]

Kulturart	Anbaufläche (1 000 ha)	Anteil an der Ackerfläche (% AF)
Weizen (gesamt)	2.967,4	*28,2*
Winterweizen	2.835,4	*26,9*
Sommerweizen	132,0	*1,3*
Gerste (gesamt)	2.081,7	*19,7*
Wintergerste	1.332,6	*12,6*
Sommergerste	749,1	*7,1*
Mais (gesamt)	1.640,0	*15,5*
Silomais	1.171,1	*11,1*
Körnermais	468,9	*4,4*
Raps (und Rübsen)	1.267,6	*12,0*
Triticale	536,8	*5,1*
Roggen	531,1	*5,0*
Zuckerrüben	445,5	*4,2*
Kartoffeln	274,4	*2,6*
Hafer	260,9	*2,5*
Grasanbau	188,3	*1,8*
Klee, Kleegras und Klee-Luzerne-Gemisch	158,4	*1,5*
Futtererbsen	139,2	*1,3*
restliche Kulturarten	60,9	*0,6*

[1] Angaben für 2003, teilweise vorläufige Ergebnisse, ohne alle anderen Ackerflächen
Quelle: Statistisches Bundesamt 2004, Tab. 12.20, S. 360 f.

turarten in das landwirtschaftliche Anbauprogramm ist die Erwartung verbunden, eine größere Vielfalt in der landwirtschaftlichen Flächennutzung zu erreichen und zu einer Erhöhung der Agrobiodiversität beizutragen. Gleichzeitig sollen neue wirtschaftliche Chancen für die Landwirtschaft erschlossen werden.

Alternative Anbauverfahren wie der Mischanbau werden ebenfalls im Hinblick auf ihr Potenzial zur Erhöhung der Agrobiodiversität diskutiert. Sie sollen ebenso einen Beitrag zur Wiederherstellung der Multifunktionalität der Landwirtschaft leisten.

Diese Überlegungen stehen in Verbindung mit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) und ihrer Umsetzung in nationales Recht. In dem Bestreben, durch die Reform eine tragfähige Basis für eine nachhaltige, wettbewerbsfähige und an den Erwartungen der Gesellschaft orientierte Landwirtschaft zu entwickeln, sind vorgesehen (BMVEL 2005):

– die Entkoppelung der Direktzahlungen von der Produktion,

– die Bindung der Direktzahlungen an Kriterien des Umwelt- und Tierschutzes sowie der Lebens- und Futtermittelsicherheit (Cross Compliance) und

– die Verwendung eines einheitlichen Teils der Direktzahlungen für die Entwicklung des ländlichen Raumes (Modulation).

2. Alternative Kulturpflanzen

Unter alternativen Kulturpflanzen werden in diesem Bericht landwirtschaftliche Nutzpflanzen verstanden,

- die zurzeit in Deutschland nicht oder nur in sehr geringem Umfang angebaut werden,
- die alte Kulturarten darstellen oder die erst vor relativ kurzer Zeit aus Wildpflanzenarten kultiviert wurden oder die in anderen Ländern bzw. Regionen in einem gewissen Umfang genutzt werden,
- die züchterisch soweit bearbeitet und für die Anbauverfahren etabliert sind, dass eine Einführung in die landwirtschaftliche Praxis in Deutschland prinzipiell möglich ist.

Die entsprechenden Kultur- und Wildpflanzenarten können sowohl aus der heimischen Flora als auch aus anderen Weltregionen stammen. Die alternativen Kulturpflanzen können potenziell genutzt werden als

- Nahrungsmittel,
- Futtermittel,
- nachwachsende Rohstoffe zur chemisch-technischen Verwertung und
- zur energetischen Verwertung.

Die Diskussion der alternativen Kulturpflanzen (Kap. III) ist strukturiert nach

- Stärkepflanzen,
- Zuckerpflanzen,
- Ölpflanzen,
- Faserpflanzen,
- Arznei- und Gewürzpflanzen,
- Färberpflanzen und
- Nutzpflanzen für die energetische Verwertung.

Der Schwerpunkt der Darstellung liegt jeweils auf der landwirtschaftlichen Produktion. Weiterhin werden die Absatzchancen diskutiert, ohne die Prozessketten näher zu analysieren. Fragen der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe werden in dem aktuellen TAB-Monitoring „Industrielle stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ vertieft untersucht.

Die derzeit vorherrschenden Nahrungs- und Futterpflanzen sowie die etablierten Industrie- und Energiepflanzen werden nicht behandelt. Im Hinblick auf nachwachsende Rohstoffe betrifft dies Zuckerrüben für die Zuckergewinnung, Kartoffeln, Körnermais und Weizen für die Stärkegewinnung, ferner Raps (Biodiesel), Energiemais (Biogas) sowie Faserlein und Hanf.

3. Alternative Anbauverfahren

Als alternative Anbauverfahren werden in diesem Bericht Verfahren diskutiert, die der fortgesetzten Entkoppelung der Pflanzenproduktion von den natürlichen Standortfaktoren entgegen wirken und damit tendenziell zur Erhaltung oder zur Wiederherstellung der Multifunktionalität der Landwirtschaft beitragen können. Sie sollen der Ressourcenschonung und der Erhaltung der Biodiversität dienen.

Eine eindeutige Grenzlinie zwischen konventionellen bzw. auf die „Regeln guter fachlicher Praxis“ im Pflanzenbau gestützten Anbauverfahren und alternativen Anbauverfahren kann nicht gezogen werden. Beispiele für Grenzfälle sind die Verringerung der Eingriffsintensität in der Bodenbearbeitung oder die Vermeidung schädlicher Bodenbelastungen. In diesem Bericht werden der Mischanbau, spezielle Reihenkulturen und Mulchverfahren behandelt (Kap. IV).

Der Begriff Mischanbau (Kap. IV.1) bezeichnet den gleichzeitigen Anbau mehrerer Arten auf demselben Feld mit unterschiedlichem Kontakt zwischen den Mischungspartnern (Aufhammer 1999; Trenbath 1976; Vandermeer 1989). Für Mischanbau werden auch die Begriffe Mischfruchtanbau und Gemengeanbau verwendet. Als Ordnungsprinzip in der Systematik für Mischbestände wird der Grad des Kontaktes zwischen den Mischungspartnern verwendet (Abb. 1).

Heyland (1996) differenziert zwischen Mischsaaten und Gemengeanbau. Mischsaaten von unterschiedlichen Kulturen werden weiter differenziert in

- Untersaaten: Einsaat von Arten, deren Wuchshöhe deutlich geringer als die der Hauptnutzungsart ist, als Reihen- oder Breitsaat zum gleichen oder späteren Saattermin;
- Zwischen- oder Beisaat: ein bis zwei Reihen zwischen die Reihen der Hauptnutzungsart gesät;
- Streifensaat: mehr als zwei Reihen der gleichen Art nebeneinander.

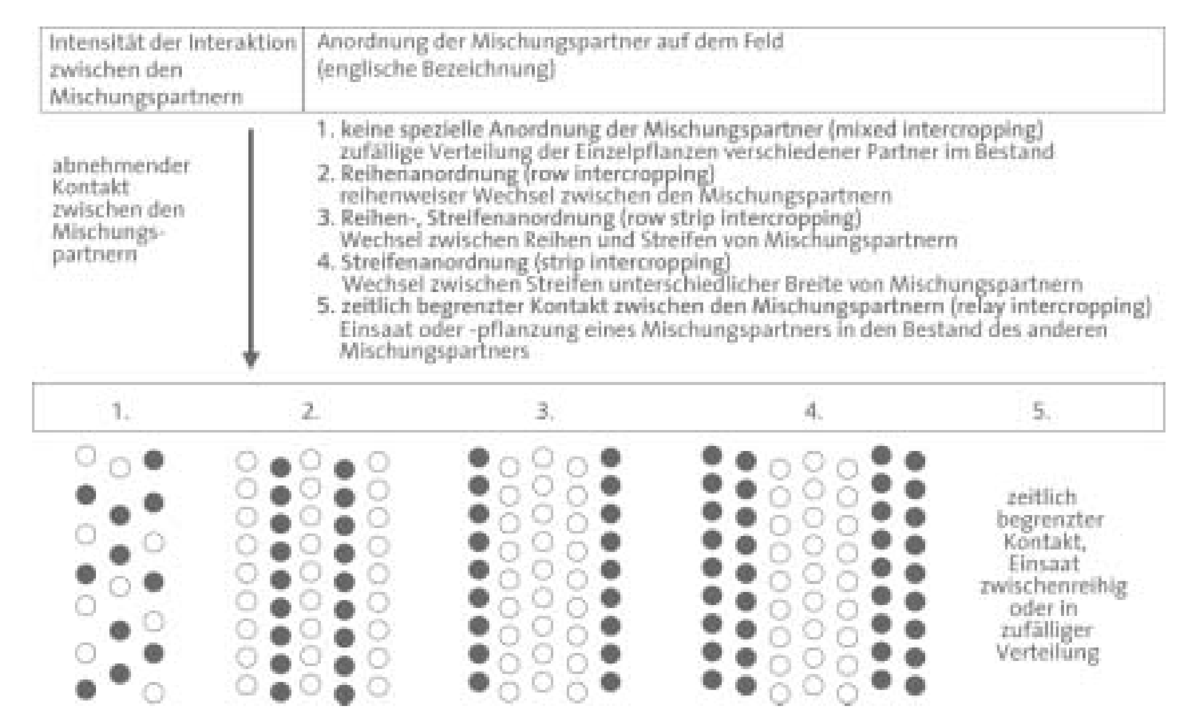
Im Futterbau sind Mischungen verschiedener Arten seit Jahrzehnten auch bei einer hohen Intensitätsstufe der Produktion praxisüblich. Grundsätzlich anders ist es bei den Körnerfrüchten. Der erfolgreiche Anbau von Gemengen zur Körnergewinnung ist sehr stark standortabhängig und derzeit auf Grenzstandorte beschränkt sowie im ökologischen Landbau und im Rahmen der stärkeren Ökologisierung des konventionellen Landbaues von Bedeutung.

Unter speziellen Reihenkulturen (Kap. IV.2) werden Anbausysteme von zwei (oder mehr) Mischungspartnern in abwechselnden Reihen zusammengefasst. Die Reihenweite kann dabei sehr unterschiedlich sein. Als eine Sonderform der Streifenanordnung gilt das „alley cropping“, bei dem Bäume und/oder Sträucher der Ackerkultur als Wind- oder Erosionsschutz dienen. Das Schnittmaterial der Bäume oder Sträucher kann als Mulchauflage oder Energieträger dienen.

In Mulchverfahren (Kap. IV.3) wird die Bodenoberfläche vollständig oder teilweise mit organischen Reststoffen (Ernterückstände, Laub, abgestorbene oder abgetötete Zwischenfrüchte) bedeckt. Darüber hinaus wird auch der Einsatz von speziellen Geotextilien oder Folien, meist biologisch abbaubar, als Mulch bezeichnet. Primäres Ziel

Abbildung 1

Formen von Mischbeständen



Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 95, nach Aufhammer 1999

der Mulchverfahren ist es, die Erosionsgefährdung der landwirtschaftlichen Flächen zu reduzieren. Darüber hinaus werden weitere Effekte bei der Schonung des Wasservorrats im Boden, der Verringerung des Unkrautdruckes und bei der Regulierung der Bodentemperatur sowie der Aktivierung des Bodenlebens erreicht.

4. Bewertungsansatz

Zielsetzung dieses Teilbereiches des TA-Projektes „Moderne Agrartechniken und Produktionsmethoden“ war es, die ökonomischen und ökologischen Potenziale alternativer Kulturpflanzen und Anbauverfahren im Hinblick auf eine nachhaltige Landbewirtschaftung in Deutschland einzuordnen. Diese Aufgabenstellung wurde erheblich erschwert durch die Tatsache, dass es politisch und wissenschaftlich keinen Konsens über das Leitbild für eine nachhaltige Landwirtschaft, über Nachhaltigkeitsstrategien sowie Nachhaltigkeitsindikatoren und -zielgrößen gibt.

Dementsprechend war keine umfassende Analyse von Nachhaltigkeitspotenzialen durchführbar. Die Ergebnisse konzentrieren sich deshalb auf Hinweise zu den folgenden, nachhaltigkeitsrelevanten Aspekten:

– Auswirkungen auf die (Agro-)Biodiversität,

– Veränderungen der Produktionsintensität,

– Nutzung als nachwachsender Rohstoff,

– Absatzchancen und Nachfrage.

Positive Nachhaltigkeitseffekte bei der (Agro-)Biodiversität können direkt durch eine größere Vielfalt der angebauten Kulturpflanzen, vielfältigere Fruchtfolgen und den gleichzeitigen Anbau mehrerer Kulturpflanzen sowie durch indirekte Wirkungen auf andere Agrosystemelemente (z. B. Unkrautflora, Nützlinge, usw.) erwartet werden.

Bei der Produktionsintensität werden extensive Anbauverfahren als positiv bewertet, da sie einen niedrigeren Ressourcenverbrauch und eine geringere Belastung von Umweltmedien (z. B. durch Nitrat und Pflanzenschutzmittel) bewirken.

Von nachwachsenden Rohstoffen werden positive Nachhaltigkeitseffekte durch die sinnvolle alternative Nutzung frei werdender landwirtschaftlicher Flächen, durch die Substitution nicht erneuerbarer Ressourcen und durch Beiträge zum Umwelt- und Klimaschutz erwartet.

Potenzielle Absatzchancen oder eine existierende Nachfrage sind die Voraussetzung, dass alternative Kulturpflanzen in das landwirtschaftliche Anbauprogramm aufgenommen werden und sich ihr Anbau in Deutschland ausdehnt. Wenn ein wirtschaftlicher Anbau erfolgen kann, werden hier positive Nachhaltigkeitseffekte durch neue Einkommensmöglichkeiten für die Landwirtschaft

erwartet. Positive Effekte können beispielsweise aber auch von neuen Nahrungsmittelqualitäten als Beitrag zu einer gesunden Ernährung ausgehen.

Zusätzlich wurde von Hoffmann et al. (2005) zur Bewertung der alternativen Kulturpflanzen die so genannte SWOT-Analyse (Strength, Weaknesses, Opportunities, Threats) genutzt. Dieses Verfahren ist ursprünglich eine Bewertungsmethode, mit der Stärken und Schwächen, Chancen und Risiken eines Unternehmens beurteilt werden. In der internen Situationsanalyse werden unter Stärken und Schwächen die physiologischen Eigenschaften und die ökologischen Anforderungen der Nutzpflanze bewertet. In der externen Situationsanalyse werden dagegen als Chancen und Risiken die Einbindung der Nutzpflanzen in die betrieblichen und wirtschaftlichen Abläufe bewertet.

Die Bewertungsergebnisse werden in eine so genannte SWOT-Matrix eingetragen. Die SWOT-Analyse ist Teil des Resümees zu jeder alternativen Kulturpflanze (Kap. III).

III. Alternative Kulturpflanzen

Ausgehend von den aktuellen Tendenzen in der pflanzenbaulichen Forschung und Praxis und unter Verzicht auf die Darstellung etablierter Kulturpflanzen werden im Folgenden als Nahrungsmittel und Industrierohstoff Stärkepflanzen (alte Weizenarten, Hirsen, Buchweizen, Amarant, Reismelde), Zuckerpflanzen (Zichorie, Topinambur), Ölpflanzen (Crambe, Leindotter, Saflor), Faserpflanzen (Fasernessel), Arznei- und Gewürzpflanzen, Färberpflanzen sowie Nutzpflanzen zur energetischen Nutzung (Zuckerhirse, Sudangras, Miscanthus, Pappel, Weide) behandelt.

1. Stärkepflanzen

In den letzten Jahren ist eine Reihe von alternativen bzw. zum Teil alten Nutzpflanzen als Rohstofflieferant für Nahrungsmittel wieder entdeckt bzw. eingeführt worden. Dazu gehören alte Weizenarten und Hirsen. Gründe für diese Entwicklung waren Bemühungen um die Erhöhung der Agrobiodiversität und den Erhalt alter, oft regionalspezifischer Kulturarten durch Vertreter des ökologischen Landbaus.

Zum anderen haben insbesondere die Pseudocerealien eine wachsende Bedeutung erlangt. Pseudocerealien (Scheingetreidearten) – wie Buchweizen, Amarant und Reismelde – sind Pflanzenarten (Körnerfrüchte), deren Korneigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten denen des Getreides (z. B. Weizen) sehr ähnlich sind. Im Gegensatz zu unseren heimischen Getreidearten zählen sie taxonomisch jedoch nicht zur Familie der Poaceae (Süßgräser). Es handelt sich hierbei meist um traditionsreiche und seit vielen Jahrhunderten genutzte Pflanzenarten, die züchterisch weniger intensiv bearbeitet wurden als die Hauptgetreidearten wie Weizen, Mais oder Reis. Sie sind in der Diätetik wichtige Alternativen bei Getreideeiweißallergien, wie Zöliakie, oder Hautkrankheiten, wie Neurodermitis. Im Folgenden werden die wichtigsten Vertreter vorgestellt.

Alte Weizenarten

Alte Weizenarten werden heute auf ganz geringen Flächen vor allem aus traditionellen Gründen angebaut, meist im ökologischen Landbau. Es handelt sich z. T. um Arten, die bei der Entstehung des heute genutzten Weich- bzw. Brotweizens *(Triticum aestivum)* eine Rolle gespielt haben. Zu diesen Weizenarten zählen Einkorn, Emmer, Rauweizen, Gommer, Binkelweizen und Indischer Kugelweizen (Tab. 2 u. Abb. 2).

Tabelle 2

Alte Weizenarten mit Beschreibung der Ährenmerkmale

Weizenarten	botanische Bezeichnung	morphologische Merkmale
Einkorn	*Triticum monococcum*	spindelbrüchig, fester Spelzenschluss
Emmer	*T. dicoccum*	spindelbrüchig, fester Spelzenschluss
Rauweizen	*T. turgidum*	zähe Spindel, loser Spelzenschluss
Gommer (Kamut)	*T. polonicum*	zähe Spindel, loser Spelzenschluss
Dinkelweizen (Spelz)	*T. aestivum, ssp. spelta*	spindelbrüchig, fester Spelzenschluss
Binkelweizen	*T. aestivum, ssp. compactum*	zähe Spindel, loser Spelzenschluss
Indischer Kugelweizen	*T. aestivum, ssp. sphaerococcum*	zähe Spindel, loser Spelzenschluss

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 9, nach Aufhammer 2003

Abbildung 2

Einkorn und Gommer



Quelle: http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/mansfeld/bilder.afp?taxid=34050&bildid=202 und
http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/mansfeld/bilder.afp?taxid=34142&bildid=353

Diese Weizenarten sind kaum züchterisch bearbeitet. Lediglich der Dinkelweizen wurde hinsichtlich des Kornertrags und einiger agronomischer Merkmale züchterisch weiterentwickelt. In Europa und Deutschland sind zahlreiche Dinkelsorten zugelassen. Trotzdem besitzt auch der Dinkelweizen ähnlich wie andere alte Weizenarten eine im Vergleich mit Weichweizen deutlich geringere Ertragsfähigkeit. In Stuttgart-Hohenheim mit alten Weizenarten durchgeführte Feldversuche zeigten, dass die Arten Einkorn, Emmer, Gommer und Dinkel (Abb. 2) ein etwa gleich hohes Ertragsniveau besitzen, das jedoch nur bei 40 bis 60 Prozent des Weichweizens lag (Aufhammer 2003). Die Gründe für geringere Kornerträge liegen in der geringeren Kornzahl pro Ähre, der mangelnden Standfestigkeit und der hohen Krankheitsanfälligkeit dieser Weizenarten. Das Nährstoffangebot und andere Wachstumsfaktoren können von diesen Arten somit nicht so effektiv ausgenutzt werden.

Die Kultivierung der alten Weizenarten ist in Deutschland auf fast allen Getreidestandorten möglich. Die Absatzchancen sind insgesamt als gering einzuschätzen. Gewisse Chancen der Vermarktung und des Absatzes dieser Arten bestehen in Reformläden, bei Bioprodukten, in der Diätetik und bei bestimmten Verarbeitungsformen (z. B. Erzeugung von Grünkern). Als Verarbeitungsprodukte kommen vor allem Nährmittel (Flocken, Müsli, Graupen, Kerne, Kleie, Grütze, Teigwaren) in Frage. Die Verarbeitung zu Backprodukten ist aufgrund der anderen Proteinzusammensetzung (Anteil an Gluten/Weizenkleber) und der technologischen Eigenschaften nur bedingt möglich. Der Dinkelweizen (als Grünkern oder Gelbkern produziert) besitzt unter allen alten Weizenarten den höchsten Bekanntheitsgrad und die vergleichsweise besten Vermarktungschancen. Nachteile bestehen jedoch in der Verarbeitung. Weizenarten, die durch eine brüchige Ährenspindel und durch festen Spelzenschluss gekennzeichnet sind, erfordern einen höheren Reinigungs- und Verarbeitungsaufwand (Trennen der Samenkörner von den übrigen Bestandteilen der Ähre). Die Besonderheiten der Erzeugung und Verarbeitung alter Weizenarten führen zu höheren Kosten und Vermarktungspreisen als beim Weichweizen.

Hirsen

Die Hirsen zählen zu den ältesten Nutzpflanzen. Ihre Herkunft und ihre Hauptanbaugebiete liegen in Afrika und Asien. Innerhalb der Tropen und Subtropen kommt ihnen aufgrund allgemeiner Anspruchslosigkeit, kurzer Vegetationszeit und Toleranz gegenüber Trockenheit und Salz besonders in ariden und semiariden Gebieten ein beachtlicher Stellenwert als oft allein noch anbauwürdiges Getreide zu (Franke 1994). Gleichzeitig haben sie hohe Ansprüche an Temperatur und Lichtintensität, was auf mitteleuropäischen Standorten eine langsame Jugendentwicklung verursacht. In den letzten Jahren konnten durch die züchterische Bearbeitung der Hirsen ihre Erträge auf ca. 40 bis 50 dt/ha gesteigert werden, was die Belebung des Anbaus von klimatisch geeigneten Hirsearten in Europa zur Folge hatte.

Botanik

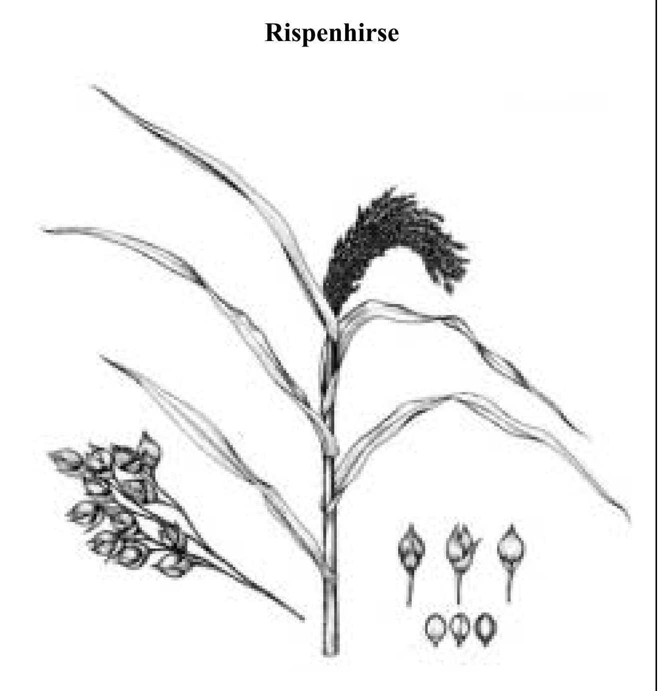
Unter dem Sammelbegriff Hirsen werden kleinsamige Getreidearten aus verschiedenen Unterfamilien und Gattungen der Familie der Gramineae zusammengefasst (Tab. 3). Die weltweit wichtigste Hirseart ist die großkörnige Sorghum- oder Mohrenhirse *(Sorghum bicolor),* die eine gute Dürreresistenz aufweist.

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

Die meisten Hirsearten werden in den Tropen und Subtropen angebaut und kultiviert. Speziell die Rispenhirse *(Panicum miliaceum L.)* (Abb. 3) wird auch in Deutschland sowie in Osteuropa angebaut. Die Hauptanbaugebiete liegen in ihrem Heimatgebiet in Zentralasien sowie in Nordchina, Japan und Indien. Im Mittelalter war sie auch in Europa stärker vertreten, wurde aber durch die Verbreitung der Kartoffel und den Übergang zur Brotnahrung, in Südeuropa durch den Mais, verdrängt.

Abbildung 3

Rispenhirse



Quelle: http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/mansfeld/bilder.afp?taxid=38724&bildid=212

Hirsen stellen keine hohen Ansprüche an den Boden. Sie sind allerdings stark frostempfindlich. Begünstigte Standorte für den Anbau von Rispenhirse in Deutschland sind das Oberrheintal, Wetterau-Maintal, Sachsen und Sachsen-Anhalt. In Brandenburg sind gegenwärtig etwa 100 ha im Anbau.

Anbauverfahren

Die Rispenhirse benötigt ein feinkrümeliges, unkrautfreies Saatbeet. Aufgrund des späten Saattermins (ca. Mitte Mai) besteht die Gefahr hoher N-Verluste im Winter und Frühjahr. Die Düngung kann mittels Mineraldüngung (in zwei Gaben) oder Rottemist (bis ca. 100 dt/ha, entspricht ca. 50 kg Stickstoff, 40 kg Phosphor und 80 kg Kalium) vor dem Umbruch zur Saat erfolgen. Als Schädlinge sind insbesondere Vögel zu nennen, weshalb ein Anbau nur auf großen Schlägen erfolgen sollte.

Die Ernte wird mit Mähdrusch bei Körnerproduktion und mit Feldhäcksler bei Ganzpflanzenproduktion durchgeführt. Die Bestimmung des Erntezeitpunktes ist oft schwierig, da die Rispen ungleichmäßig abreifen. Kompaktere Rispentypen reifen etwas gleichmäßiger ab. In der Regel muss mit 20 bis 25 Prozent Kornfeuchtigkeit geerntet werden, was eine anschließende Trocknung bei der Körnerproduktion erforderlich macht.

Inhaltsstoffe und Absatzchancen

Bei den Inhaltsstoffen von besonderem Interesse ist die Zusammensetzung der Eiweißfraktion. Es fehlt wie bei den Pseudocerealien die Kleberfraktion, so dass auch Hirsen zur diätetischen Ernährung genutzt werden können. Die Vermarktung von Rispenhirse erfolgt besonders über Biomärkte mit den Verwendungsformen ganzer Samen (geschält), geschrotet (z. B. als Babynahrung) und Beimengung in Brot und Gebäck (Septima – 4 Prozent Hirse). Außerdem kann Rispenhirsesaat zur Viehfütterung, in Form von Grünhirse auch als Grünfutter, oder zur Heubereitung verwendet werden.

Tabelle 3

Übersicht zu Hirsearten

botanische Bezeichnung	Volksnamen	Anbaugebiete
Hirsen mit größerer Bedeutung		
Sorghum bicolor	Sorghum- oder Mohrenhirse	Afrika, Asien, Südstaaten der USA
Pennisetum americanum (L.) Leeke	Perlhirse	Afrika und Arabien bis Indien und Myanmar
Setaria italica (L.) Pat. Beauv.	Borstenhirse	China, Mittelasien, Indien, auch Südostasien, Südosteuropa, Südafrika, Australien
Panicum miliaceum L.	Rispenhirse	Zentralasien, Nordchina, Japan, Indien
Eleusine coracan (L.) Gaertner ssp. *Africana* (Wildform von ssp. *coracan*)	Fingerhirse	tropisches und Südafrika, Zentral- und Ostafrika, Arabische Halbinsel, Indien bis Japan

noch Tabelle 3

botanische Bezeichnung	Volksnamen	Anbaugebiete
Hirsen mit geringerer Bedeutung		
Brachiaria deflexa (Schumach.) C.E. Hubb. var. *sativa* R. Portères	Kolo rassé	Westafrika (Guinea, Senegal, Mali, Burkina-Faso)
Brachiaria ramosa (L.) Stapf	Browntop millet, Anda cora	Indien (Körner), USA (Bodenschutz, Weide, Heu)
Coix lacryma-jobi L.	Hiobsträne	humide Tropen, Mittelmeergebiet
Digitaria cruciata (Nees) A. Camus var. *esculenta* Bor	Raishan	Indien, Khasi-Berge (Assam)
Digitaria exilis (Kipp.) Stapf	Fonio	Westafrika (Obersenegal bis Ostnigeria)
Digitaria iburus Stapf	Iburu	Nordnigeria, Togo, Benin, Niger
Echinochloa colona (L.) Link	Schamahirse	Indien (in Notzeiten genutzt, weltweit als Unkraut)
Echinocloa frumentacea Link	Sawahirse Weizenhirse	Indien, Sri Lanka
Echinochloa utilis Ohwi et yabuno	Japanische Hirse	Japan, Korea, Nordostchina, ehemalige östliche UdSSR
Eragrostis tef (Zuccagni) Trotter	Tef	Äthiopien
Panicum sumatrense Roth	Kutkihirse	Indien, Sri Lanka, Nepal, Myanmar
Paspalum scrobiculatum L.	Kodahirse	Indien, China, Japan
Phalaris canariensis L.	Kanariengras	Mittelmeergebiet, Kanarische Inseln

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 11, nach Rehm 1989, Rehm/Espig 1984, Schultze-Motel 1986

Tabelle 4

SWOT-Matrix Rispenhirse

	Stärken	**Schwächen**
interne Situationsanalyse	kurze Vegetationsperioden	hohe Temperaturansprüche
	gute Trockentoleranz und effiziente Wassernutzung	ungleichmäßige Abreife der Rispen
	hohe Massewüchsigkeit	
	niedrige Aschegehalte	
	hoher Zuckergehalt in der Grünmasse	
	Chancen	**Risiken**
externe Situationsanalyse	Anbau in Trockengebieten	keine an Standort angepassten Sorten
	Anbauverfahren bekannt und Technik verfügbar	Erosionsgefahr durch späte Aussaat
	gute Lagerfähigkeit der Grünmasse durch Silierung	Kornreife wird nicht immer erreicht

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 81

Resümee

Der Anbau von Rispenhirse kann insbesondere für ökologisch wirtschaftende Betriebe auf leichten und zu Trockenheit neigenden Standorten eine interessante Alternative sein. Die derzeit steigende Nachfrage wird zu über 99 Prozent durch den Import befriedigt. Russland ist neben China der weltweit größte Produzent von Rispenhirse. Die züchterischen Bemühungen lassen ein großes Potenzial an geeigneten ertragreichen und -stabilen Sorten auch für den Anbau in Deutschland erkennen (Hoffmann-Bahnsen 2001). Allerdings besteht noch erheblicher Forschungs- und Züchtungsbedarf, um einen breiteren Anbau zu erreichen. Ein wichtiges Züchtungsziel sollte die gleichmäßige Abreife der Rispen sein (Tab. 4). Der Bewertungsansatz mittels der SWOT-Analyse ist in Kapitel II.4 erläutert worden.

Buchweizen

Die Bezeichnung des Buchweizens *(Fagopyrum esculentum)* leitet sich aus der buchekkernähnlichen Form der Samenkörner und aus der mit dem Getreide (Weizen) vergleichbaren Zusammensetzung und Nutzbarkeit des Korngutes ab. Als Synonyme sind Bezeichnungen wie „Heidekorn“ sowie „Türken- oder Tatarenkorn“ verbreitet.

Botanik

Taxonomisch ist der Buchweizen der Familie der *Polygonaceae* (Knöterichgewächse) zuzuordnen (Abb. 4). Die Gattung *Fagopyrum* wird durch etwa 15 Arten bzw. Unterarten repräsentiert. Davon besitzen *Fagopyrum esculentum* (Gewöhnlicher Buchweizen) und *Fagopyrum tataricum* (Tatarischer Buchweizen) die größte Anbaubedeutung.

Abbildung 4

Buchweizen



Quelle: http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/mansfeld/bilder.afp?taxid=43766&bildid=78

Der Buchweizen bildet eine schwache Pfahlwurzel mit feinen Nebenwurzeln aus. Das Wurzelsystem reagiert deshalb sehr empfindlich auf Bodenverdichtungen. Der etwa 60 bis 100 cm hohe Spross ist verzweigt und weist eine relativ geringe Standfestigkeit auf. Der Blütenstand stellt eine Trugdolde dar, deren Blüten beim Gewöhnlichen Buchweizen weiß bis rosa und beim Tatarischen Buchweizen hellgrün gefärbt sind.

Das Samenkorn ist eine Nuss, deren faserreiche Fruchtschale durch Schälen relativ leicht abgetrennt werden kann. Zum Zeitpunkt der vollen Ausreife ist die Fruchtschale graubraun bis schwarzbraun gefärbt.

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

Die Anbaufläche des zur Körnernutzung angebauten Buchweizens betrug im Mittel der Jahre 1995 bis 2001 weltweit etwa 2,7 Mio. ha. Nach offiziellen Statistiken ging der Anbau von 3,9 Mio. ha (Mittel 1988 bis 1993) auf 2,8 Mio. ha im Jahr 2001 zurück (FAO 2002). Die größte Anbauverbreitung besitzt der Buchweizen in Russland (1,0 Mio. ha), in China (0,8 Mio. ha) und in der Ukraine (0,6 Mio. ha), die im Jahr 2001 etwa 90 Prozent der gesamten Buchweizenproduktion einnahmen. Nennenswerte Anbauflächen sind auch in Polen und Amerika (Brasilien, USA, Kanada) zu finden. Für Deutschland gibt es keine genauen statistischen Angaben zum Anbau von Buchweizen als Körnerfrucht. Mitte bis Ende der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts wurden in Deutschland ca. 3 000 ha kultiviert. Gegenwärtig finden sich geringere Anbauflächen für Körnerbuchweizen in Baden-Württemberg und in Brandenburg.

Aus der Sicht der Standortbedingungen ist eine Kultivierung in Deutschland ohne wesentliche Begrenzungen möglich, was in zahlreichen Versuchen nachgewiesen wurde. In Feldversuchen kann der Buchweizen unter optimalen Bedingungen einen Kornertrag von etwa 25 dt/ha erreichen. Unter den Bedingungen des Praxisanbaus werden demgegenüber nur 5 bis 10 dt/ha, selten 15 dt/ha erzielt. Die Gründe für diese geringe Ausschöpfung des Ertragspotenzials sind in den Wildpflanzeneigenschaften sowie in den spezifischen Merkmalen der Blütenbiologie zu suchen. Während der langen Blüh- und Reifephase erfolgt eine ständige Neubildung von Blüten und Samen, die zu einer sehr unterschiedlichen Abreife der Bestände und zu hohen Ausfallverlusten führt. Die Möglichkeiten, diese Ausfallverluste zu mindern, sind sehr begrenzt.

Stand der Züchtung

Die züchterische Bearbeitung zur Samennutzung, die vor allem in Japan, Indien, China, Russland, Polen, Slowenien und Kanada betrieben wird, ist in erster Linie auf die Erhöhung des nutzbaren Ertragspotenzials sowie auf die Verbesserung der Drusch-, Qualitäts- und Verarbeitungseigenschaften gerichtet.

Das Reifeverhalten konnte bei einigen Sorten durch die Schaffung von determinierten Wachstumstypen, die mit

Hilfe der Mutationszüchtung entwickelt wurden, verbessert werden (Funatsuki et al. 2000). Der Samenausfall stellt demgegenüber nach wie vor ein zentrales Problem dar, das bei Sorten mit determiniertem Wachstum in gleicher Weise ausgeprägt ist wie bei herkömmlichen Sorten.

Anbauverfahren

Da die Getreidearten und der dikotyle Buchweizen unterschiedlichen Pflanzenfamilien zuzuordnen sind, ergeben sich günstige Voraussetzungen für die Kombination dieser Nutzpflanzen in einer Fruchtfolge. Grundsätzlich sind aber auch andere Vorfrüchte wie Kartoffeln, Mais, Zuckerrüben oder Raps im Buchweizenanbau möglich. Die Autotoleranz des Buchweizens wird im Allgemeinen als gut eingeschätzt. Als sehr vorteilhaft ist die Tatsache anzusehen, dass der Buchweizen als Feindpflanze für den Rübennematoden *(Heterodera schachtii)* betrachtet werden kann.

Der Buchweizen besitzt im Vergleich mit den anderen Pseudocerealien Amarant und Reismelde die geringste Nährstoffaufnahme. Zu hohe N-Gaben sind aufgrund der reifeverzögernden Wirkung des Stickstoffs zu vermeiden. Auf vielen Standorten sind geringe N-Gaben von 30 bis 60 kg/ha für die N-Ernährung der Pflanzen ausreichend.

Der Buchweizen besitzt aufgrund der schnellen Jugendentwicklung und guten Bodenbeschattung ein relativ hohes Unkrautunterdrückungsvermögen. Die Unkrautbekämpfung beim Anbau sollte sich vor allem auf vorbeugende und indirekte Maßnahmen konzentrieren.

Die Ernte erfolgt im Mähdruschverfahren. Aufgrund der ungleichmäßigen Abreife wird der Buchweizen z. T. mit hohen Besatzwerten und Kornfeuchten geerntet. In einem kontrollierten Praxisanbau, der 1993 bis 1995 in Brandenburg durchgeführt wurde, variierten die Kornfeuchten von 14,9 bis 17,2 Prozent, die Kornbesatzwerte von 1,7 bis 5,0 Prozent und die Schwarzbesatzwerte von 3,9 bis 7,7 Prozent (Honermeier et al. 1997). Für die Lagerung des Erntegutes wird eine Kornfeuchte von 12 Prozent angestrebt, so dass eine sofortige Reinigung und Trocknung des Erntegutes nach dem Mähdrusch erforderlich ist.

Inhaltsstoffe und Absatzchancen

Die Samenkörner des Buchweizens weisen einen dem Getreide vergleichbaren Eiweißgehalt auf, der in der Spanne von 12 bis 14 Prozent liegt. Die Globuline nehmen den größten Anteil ein (Tahir/Farooq 1988). Die Anteile an Prolaminen und Glutelinen sind dagegen nur sehr gering, weshalb das Buchweizeneiweiß keine Klebeeigenschaften wie das Eiweiß des Weichweizens besitzt. Die Kohlenhydrate im Samenkorn bestehen mit ca. 70 Prozent der Trockenmasse (TM) überwiegend aus Stärke (Honermeier et al. 1997). Die unverdaulichen Kohlenhydrate (Ballaststoffe) liegen mit ca. 6 Prozent ebenfalls im Bereich des *Aestivum*-Weizens.

Ein charakteristischer Inhaltsstoff der Buchweizenpflanze ist das *Rutin* (Quercetin-3-rutinosid), ein Flavonolglycosid, dem verschiedene pharmakologische Wirkungen (Erweiterung von Blutgefäßen, Minderung von venösen Stauungen und Ödembildungen) zugesprochen werden (Hagels 1996). Das Rutin kommt mit Gehalten von ca. 4 bis 6 Prozent insbesondere in den Blättern und Blüten der Pflanze vor. In den Samenkörnern ist der Rutingehalt deutlich geringer als in vegetativen Organen der Pflanze. Nach japanischen Untersuchungen liegt der Rutingehalt in Buchweizenmehlen bei 2 mg/10 g, wobei das Mehl von *F. tataricum* höhere Gehalte aufweist als *F. esculentum* (Ohsawa/Tsutsumi 1995).

Die Verwendungsmöglichkeiten sind recht vielfältig. Zum einen ist der Buchweizen als Begrünungspflanze verbreitet, zum anderen wird er auch als Arzneipflanze kultiviert. Hierbei werden die Blätter und Blüten der Pflanze genutzt, die einen hohen Gehalt an Rutin besitzen.

Von allen Verwendungsrichtungen besitzt die Nutzung des Buchweizens als Körnerfrucht zur Erzeugung von Nahrungsmitteln die größte praktische Bedeutung. Aufgrund der im Vergleich zum Getreide abweichenden Proteinstruktur (kein Gluten) wird Buchweizen auch zur Herstellung diätetischer Nahrungsmittel verwendet. Das Korngut wird als Nahrungsrohstoff in Form von Kernen (geschälte Samenkörner), Grütze, Flocken oder Mehl vermarktet. Aus diesen Rohstoffen lassen sich u. a. klassische Buchweizenprodukte (z. B. Puffer, Plinsen, Grützwurst) und spezielle Diäterzeugnisse (z. B. glutenfreie Backwaren, Kindernahrung und Müsli) herstellen. Möglich ist auch die Erzeugung von Teigwaren und Extrudaten auf der Basis von Buchweizengrieß.

Resümee

Buchweizen wird in Deutschland nur in sehr geringem Umfang angebaut. Das niedrige Ertragspotenzial und die Wildpflanzeneigenschaften sind wesentliche Nachteile im Anbau. Ein Beispiel für die regionale Etablierung gibt es in Brandenburg, wo auf 500 ha Buchweizen angebaut werden (MLUR 2004). Vertragliche Vereinbarungen zur Schälung gibt es mit der Spreewaldmühle in Burg. Buchweizen wird vor allem in Reformläden und Bioläden vermarktet. Eine Erweiterung der Vermarktung ist nur möglich, wenn der Bekanntheitsgrad der Pflanze und der Produkte erhöht wird. Vorteilhaft für die Vermarktung könnten der diätetische Wert der Körner und das Image der Pflanze (traditionsreiche Pflanze, extensiv bzw. ökologisch produziert) sowie die Ernährungskultur von Migranten sein (Tab. 5).

Tabelle 5

SWOT-Matrix Buchweizen

	Stärken	**Schwächen**
interne Situationsanalyse	Eiweißfraktion enthält kein Gluten Nematodenfeindpflanze Anpassung an feucht-kühle Witterung	hohe Ansprüche an Bodenzustand niedriges Ertragspotenzial
	Chancen	**Risiken**
externe Situationsanalyse	Anbau mit geringer Intensität möglich Anbauverfahren bekannt und Technik verfügbar gute Lagerfähigkeit nach Trocknung Alternativen in der Verwendung als Gründüngung, Bienenweide oder Gesundungspflanze	Erosionsgefährdung der Anbauflächen durch späte Aussaat züchterische Bearbeitung unzureichend Kornreife schwierig zu erreichen hohe Verluste in der Ernte

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 82

Amarant

Der Amarant (Fuchsschwanz) ist in Mittel- und Südamerika domestiziert worden, sein Anbau spielt heute weltweit nur eine untergeordnete Rolle.

Botanik

Der Amarant *(Amaranthus spp.)* zählt zur Familien der Fuchsschwanzgewächse *(Amaranthaceae)*. Die Körnernutzung von Amarant erfolgt vor allem mit den Arten *A. hypochondriacus* (Roter Fuchsschwanz), *A. cruentus* (Rispenfuchsschwanz), *A. caudatus* (Gartenfuchsschwanz, Inkaweizen) und *A. hybridus* (Bastardfuchsschwanz). In präkolumbianischer Zeit gehörten verschiedene Arten zu den Grundnahrungsmitteln der süd- und mittelamerikanischen Ureinwohner (Inka in Peru, Azteken in Mexiko).

Innerhalb der Gattung *Amaranthus* besteht eine große morphologische Vielfalt. Die Blütenstände, die als Rispen zu kennzeichnen sind, können unterschiedliche Färbungen (grün, orange, braun, rot) aufweisen (Abb. 5). Es existieren sowohl lockere und lang gestreckte Infloreszenzen als auch kompakte und buschig aussehende Typen. Der Körneramarant ist eine einjährige Kulturpflanze, dessen Entwicklungsverlauf in Abhängigkeit von Art, Sorte, Standort und Aussaatzeit sehr unterschiedlich ausgeprägt ist (< 100 Tage bis 150 Tage). Als C4-Pflanze ist der Körneramarant durch eine effiziente Licht- und Wasserausnutzung gekennzeichnet.

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

Die geschätzten weltweite Anbaufläche beträgt ca. 300 000 ha (Körner-, Futter- und Gemüsenutzung), die wichtigsten Anbaugebiete sind in Südamerika, Russland und China zu finden. In Deutschland findet gegenwärtig kein großflächiger Anbau statt. Ein Versuchs- und Pilotanbau von Amarant war Ende der 1990er Jahren in Baden-Württemberg (Regionen um Stuttgart und Forchheim) vorhanden.

Generell ist ein Anbau in Deutschland, besonders in Südwestdeutschland, möglich. Der relativ hohe Wärmeanspruch ist aus klimatischer Sicht der begrenzende Faktor für die Kultivierung in Deutschland. Die Erträge sind höher als bei Buchweizen und Reismelde. Unter günstigen Bedingungen können Kornerträge von 20 bis 30 dt/ha erzielt werden. Die Kornerträge unterliegen jedoch erheblichen Schwankungen und erreichen bei ungünstigen Bedingungen nur ein geringes Niveau.

Stand der Züchtung

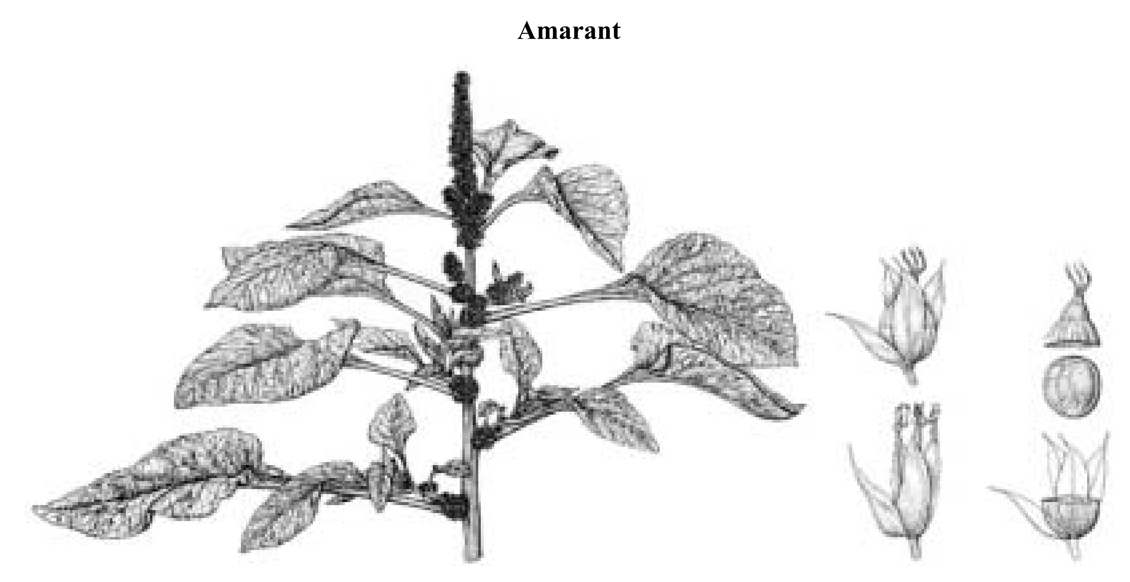
Die Züchtung erfolgt vor allem in Amerika (USA, Guatemala, Mexiko, Peru), in Asien (China, Indien) und in Europa (Österreich, Russland, Tschechien). Die Zuchtziele sind zum einen auf die Erhöhung des Kornertrags und die Verbesserung der Verwertung des Erntegutes (z. B. Großkörnigkeit, helle Kornfarbe, gleichmäßige Kornausreife und geringer Anteil antinutritiver Inhaltsstoffe) gerichtet. Zum anderen steht die Verbesserung agronomischer Merkmale (z. B. Tagneutralität, Frühreife, Kühletoleranz, gleichmäßige Abreife vegetativer und generativer Organe und fester Kornsitz) im Vordergrund.

Anbauverfahren

Hinsichtlich der Fruchtfolge werden nach bisher vorliegenden Erfahrungen durch mehrjährige Monokultur keine Krankheiten oder Schädlinge akkumuliert (Aufhammer 2000). Dennoch ist von einer Selbstfolge abzuraten, da verschiedene Negativeffekte, z. B. Entwicklung einseitiger Unkrautpopulationen und Auftreten von Amarantdurchwuchs, zu erwarten sind.

Abbildung 5

Amarant



Quelle: http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/mansfeld/bilder.afp?taxid=29539&bildid=76

Aufgrund der langsamen Anfangsentwicklung und der geringen Bodenbedeckung ist Amarant in den ersten Wochen nach dem Aufgang gegenüber Unkrautkonkurrenz sehr empfindlich. Die Unkrautbekämpfung konzentriert sich vor allem auf indirekte Maßnahmen wie Fruchtfolgegestaltung, Verwendung von besatzfreiem Saatgut mit hoher Keimfähigkeit etc. Eine direkte Unkrautbekämpfung im Bestand kann durch Hacken (ab einer Reihenweite von 25 bis 30 cm) und auch ein vorsichtiges Striegeln der Bestände (ab dem 3 bis 4-Blattstadium) durchgeführt werden. Zur chemischen Unkrautbekämpfung im Amarant sind in Deutschland keine Herbizide zugelassen.

Der Amarant ist Wirtspflanze von zahlreichen pilzlichen, virösen und tierischen Schaderregern. Eine Bekämpfung der Pilzkrankheiten ist nur bedingt möglich. In begrenztem Umfang kann über die Sortenwahl auf den Befall mit Pilzkrankheiten Einfluss genommen werden. Fungizide sind in Deutschland nicht für Körneramarant zugelassen.

Die Ernte von Körneramarant ist durch Besonderheiten der Morphologie und Entwicklung dieser Nutzpflanze (später Reifetermin, unterschiedliche Abreife von Haupt- und Nebentrieben, leichter Kornausfall, weites Korn-Stroh-Verhältnis) erschwert. Aus diesem Grund sollte durch Standort- und Sortenwahl sowie Anbaumaßnahmen auf eine beschleunigte und gleichmäßige Reife hingewirkt werden. Der Mähdrusch wird empfohlen, wenn 50 bis 70 Prozent der Fruchtstände braun gefärbt sind (Totreife).

Inhaltsstoffe und Absatzchancen

Bei den Inhaltstoffen liegt ein besonderer Vorteil im hohen Ölgehalt von 5 bis 8 Prozent bei den Körnertypen *Amaranthus hybridus* oder *A. caudatus,* womit deutlich das Niveau des Weizens übertroffen wird. Als besonders hoch wird auch der Gehalt von Squalen, einem Terpenkohlenstoff, bewertet, der vielfältige Anwendungen als Schmierstoff in der Computerbranche und als Grundstoff für die kosmetische Industrie findet und sonst nur aus Hai- oder Walleber gewonnen wird. Darüber hinaus beinhalten Amarantsamen einen hohen Anteil von ungesättigten Fettsäuren, die für die menschliche Ernährung bedeutsam sind. Körneramarant besitzt nur eine sehr schwach ausgeprägte Backfähigkeit. Die Gliadinarmut ermöglicht die Nutzung von Amarantprodukten in der Ernährung von Zöliakiepatienten.

Die Vermarktung erfolgt vor allem über Reformländen. Das deutsche Handelsunternehmen „ALLOS“ hat Produkte dieser Pflanze seit vielen Jahren in der Angebotspalette. Weitere Amarantarten werden auch zur Gemüse- und Grünfutternutzung sowie als Zier-, Arznei- und Farbstoffpflanze kultiviert.

Resümee

Die aktuelle Nutzung von Amarantarten ist über das Versuchstadium noch nicht hinausgegangen. Haupthemmnisse sind der hohe Temperaturanspruch und die mit 115 bis 135 Tagen lange Vegetationsperiode in Mitteleuropa. Wird ein Bedarf für Amarant in der menschlichen Ernährung oder als Industrierohstoff entwickelt, ist eine umfängliche züchterische Bearbeitung notwendig. Neben der Anpassung an die Standortbedingungen sind vorrangig die technologischen Eigenschaften wie Korngröße und Druschsicherheit züchterisch zu verbessern. Erst danach wird auch eine Züchtung auf Ertragsparameter und Inhaltsstoffe von Bedeutung sein. Die Umstellung der EU-Förderung für die Landwirtschaft wird sich auf den Anbau von Amarant weniger auswirken, da bereits eine Förderung im Rahmen des Getreideanbaus möglich war. Das zu erwartende Ertragspotenzial liegt in Mitteleuropa zwischen 20 bis 25 dt/ha. In den südlichen Teilen Europas kann aber auch ein Ertrag von bis zu 60 dt/ha erwartet werden. Die Ertragsunterschiede und die klimatischen Ansprüche stehen bisher einem erweiterten Anbau in Deutschland entgegen (Tab. 6).

Tabelle 6

SWOT-Matrix Amarant

	Stärken	**Schwächen**
interne Situationsanalyse	gute Trockentoleranz und effiziente Wassernutzung niedrige Aschegehalte hohe Massewüchsigkeit Eiweißfraktion enthält kein Gluten	hohe Temperaturansprüche lange Vegetationsperioden
	Chancen	**Risiken**
externe Situationsanalyse	Anbau in Trockengebieten Anbauverfahren unkompliziert und Technik verfügbar gute Lagerfähigkeit nach Trocknung	keine an Standort angepassten Sorten züchterische Bearbeitung unzureichend Erosionsgefahr durch späte Aussaat Kornreife schwierig zu erreichen hohe Verluste in der Ernte

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 81

Reismelde (Quinoa)

Quinoa *(Chenopodium quinoa* Willd.) oder Reismelde wurde in den Andenregionen Südamerikas domestiziert, wo auch heute noch das Hauptanbaugebiet liegt.

Botanik

Von den über 250 Arten der Gattung *Chenopodium* (Familie *Chenopodiaceae)* werden nur wenige als Körner- oder Gemüsepflanzen genutzt. Größere Bedeutung kommt *Quinoa,* auch Reismelde oder Reisspinat genannt, zu (Abb. 6). Sie ist nur als Kulturart bekannt. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich entlang der Westküste Südamerikas, besonders in hochgelegenen, für den Gerstenanbau wenig geeigneten Andentälern von Chile und Argentinien bis nach Ecuador und Kolumbien. Noch anspruchsloser als Quinoa ist die in den Hochanden bis etwa 4 500 m Höhenlage kultivierte *C. pallidicaule* Aellen (Brücher 1977; Schultze-Motel 1986).

Der Habitus von Quinoa wird sehr stark von der Umwelt beeinflusst. Unter günstigen Standortverhältnissen erreicht diese einjährige, krautige Pflanze eine Wuchshöhe von 150 bis 200 cm. Sie ist einstängelig, wenig verzweigt und hat einen 20 bis 30 cm langen, endständigen Blütenstand mit knäuelig gedrängten Teilblütenständen.

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

Der Anbau von Reismelde konzentriert sich aufgrund ihrer Herkunft und ihrer Wärmeansprüche vor allem auf die Länder Südamerikas (Peru, Bolivien, Ecuador, Kolumbien), wo der größte Anteil der auf etwa 100 000 ha geschätzten Weltanbaufläche existiert (FAO 2000). In Deutschland wird Reismelde nicht großflächig kultiviert. Es existieren lediglich kleinere Versuchsflächen in Baden-Württemberg.

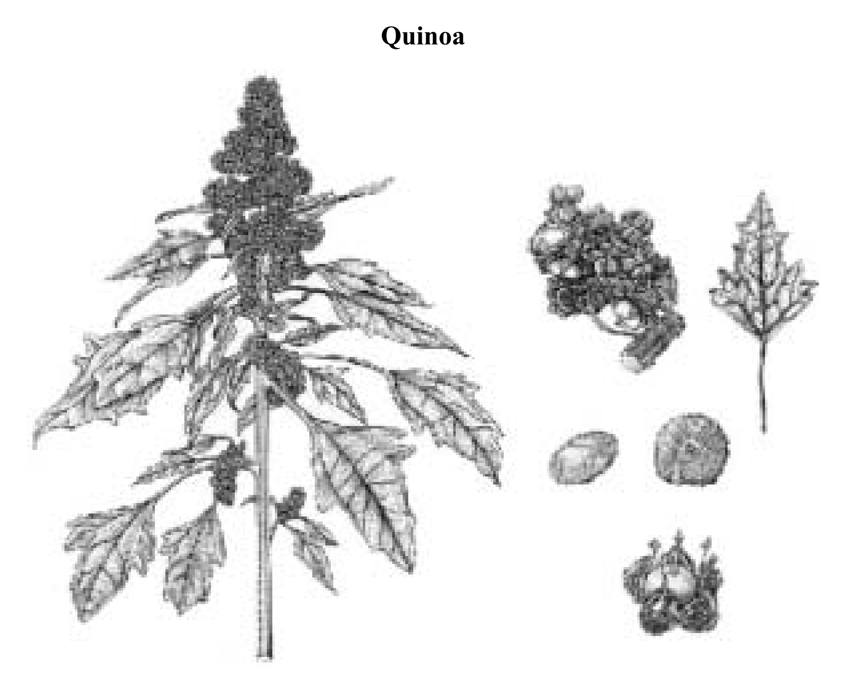
Das Kornertragspotenzial scheint höher zu sein als das von Buchweizen und Amarant. In den meisten Feldversuchen, die in den 1980er und 1990er Jahren in Deutschland durchgeführt wurden, lag das Ertragsniveau im Bereich von 20 bis 30 dt/ha (Aufhammer 2000). Bei optimalen Wachstums- und Reifebedingungen konnte in Einzelfällen ein Ertragsniveau von etwa 50 dt/ha ermittelt werden. Das Hauptproblem bei der Realisierung des Ertragspotenzials sind die hohen Kornverluste, die vor und während des Mähdrusches auftreten. Bei Reismelde können diese Kornverluste je nach den spezifischen Bedingungen zwischen 10 bis 25 Prozent des Kornertrags liegen.

Stand der Züchtung

Die vorhandene Formenvielfalt stellt eine gute Grundlage für die züchterische Verbesserung dar. Mit Hilfe klassischer Methoden der Pflanzenzüchtung wird versucht, die Anbau- und Qualitätseigenschaften zu verbessern. Eine züchterische Bearbeitung findet vor allem in Amerika (USA, Bolivien, Ecuador, Peru, Chile), z. T. auch in Europa (Dänemark, England, Niederlande) statt. Saponinarme (süße) Sorten, die seit Beginn der 1960er Jahre gezüchtet werden, sind durch ein geringeres Ertragspotenzial gekennzeichnet und in stärkerem Maße durch Vogelfraß und Ausfall gefährdet. In Deutschland erfolgt keine züchterische Bearbeitung. Beim Bundessortenamt liegen keine Eintragungen oder Schutzzuerteilungen für Reismeldesorten vor.

Abbildung 6

Quinoa



Quelle: http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/mansfeld/bilder.afp?taxid=410&bildid=70

Anbauverfahren

Aufgrund unterschiedlicher taxonomischer Zuordnung und der sich daraus ableitenden Differenzen in der Wirtspflanzeneignung gegenüber Pathogenen sind keine gravierende fruchtfolgetechnischen Probleme bei der Einordnung der Reismelde in Getreidefruchtfolgen zu erwarten. Die Forderung nach der Schaffung bzw. Erhaltung einer lockeren und stabilen Bodenstruktur ergibt sich aus der hohen Empfindlichkeit der Pflanze gegenüber Verdichtungen und Verschlämmungen des Bodens.

In der Praxis wird Reismelde vielfach extensiv angebaut, z. T. auch im ökologischen Landbau, so dass die Nährstoffversorgung über organische Düngemittel erfolgt. Bei einer N-Versorgung mit mineralischen Düngemitteln sind je nach Ertragserwartung (N-Entzug) und Standortbedingungen (Bodenart, N_{min}-Gehalt des Bodens) mittlere N-Gaben (60 bis 100 kg/ha N) sinnvoll. Ein hohes Düngungsniveau würde sich eher nachteilig auf den Reifeverlauf der Pflanzen auswirken.

Reismeldepflanzen besitzen in den ersten Wochen des Wachstums eine geringe Unkrautunterdrückung. Aus diesem Grund sollte bereits durch Bodenbearbeitungsmaßnahmen vor und nach der Aussaat eine Bekämpfung der auflaufenden Unkräuter vorgenommen werden. Für Reismelde sind in Deutschland keine Herbizide zugelassen.

Die Krankheits- und Schädlingsbekämpfung besitzt aufgrund der geringen Anbauverbreitung dieser Körnerfruchtart eine untergeordnete Bedeutung. Ungeachtet dessen sind zahlreiche Schadinsekten, Viren und pilzliche Pathogene bekannt, die die Reismelde befallen können. Maßnahmen der Bekämpfung von Pilzkrankheiten und Schadinsekten sind durch Saatgutbeizung oder durch die Applikation von Fungiziden und Insektiziden prinzipiell möglich, jedoch von der Zulassung entsprechender Mittel abhängig.

Ähnlich wie die anderen Pseudogetreidearten ist auch bei der Reismelde eine unterschiedliche Abreife innerhalb der Pflanze sowie zwischen den Pflanzen eines Bestands zu beobachten. Die Samen reifen in der Regel früher ab als die Blätter, Seitentriebe und Sprossachsen. Auch der Kornsitz ist unzureichend. Diese Umstände können zu höheren Kornverlusten und zu Qualitätsminderungen im Erntegut (z. B. hohe Besatz- und Kornfeuchtewerte) führen. Üblicherweise erfolgt die Ernte im Mähdruschverfahren.

Inhaltsstoffe und Absatzchancen

Die Zusammensetzung der primären Inhaltsstoffe des Samenkorns ist durch einen Stärkegehalt von 55 bis 60 Prozent gekennzeichnet. Die Stärke ist damit auch für diese Pseudocerealie das zentrale Speicherprodukt. Der Gehalt an Protein ist in den Samenkörnern mit 13 bis 15 Prozent der Korn-TM etwa gleich hoch wie beim Weichweizen. Das Protein ist ähnlich wie bei anderen Pseudogetreidearten durch geringe Anteile an Gliadinen und Gluteninen gekennzeichnet. Aus diesem Grund

besitzt auch das Mehl eine geringe Backfähigkeit. Nachteilig auf den Verbrauch wirken die in der Samenschale enthaltenen, bitter schmeckenden, giftigen Saponine aus. Sie müssen durch Wässern entfernt werden (Rehm 1989).

Die Nutzung konzentriert sich vor allem auf die menschliche Ernährung. Die Vermarktung erfolgt als unvermahlenes Korn (gewaschen und poliert) sowie in Form von Mehlen und Flocken. Reismeldemehle können mit Anteilen von 10 bis 20 Prozent den Getreidemehlen zur Herstellung von Backprodukten zugesetzt werden (Brümmer/Morgenstern 1992). Reismeldekörner und -flocken werden u. a. zur Herstellung von Aufläufen, Pfannkuchen oder als Bestandteil von Frühstückscerealien verwendet. Als weitgehend glutenfreier Rohstoff kann Reismelde zur Ernährung glutenempfindlicher Personen herangezogen werden.

Resümee

Reismelde hat als Pseudocerealie für die Nahrungsmittelversorgung eine gewisse Bedeutung. Sie ist hinsichtlich ihrer Standortansprüche relativ unproblematisch. Aus zwei Gründen werden aber für die nächste Zeit nur geringe Chancen für eine Anbauausdehnungen gesehen: Einerseits ist die Pflanze züchterisch noch ungenügend bearbeitet, was sich besonders bei der ungleichmäßigen Abreife und dadurch resultierenden Ausfallverlusten bei der Ernte zeigt. Andererseits tritt durch Auskeimung der ausgefallenen Körner eine Verunkrautung nachfolgend angebauter Kulturen auf (Tab. 7).

Tabelle 7

SWOT-Matrix Reismelde

	Stärken	**Schwächen**
interne Situationsanalyse	Eiweißfraktion enthält kein Gluten	hohe Photosensitivität
	niedrige Aschegehalte	lange Vegetationsperioden
	Toleranz gegenüber niedrigen Temperaturen (aber nicht frostbeständig)	hohe Saponingehalte können Geschmack beeinträchtigen
	Chancen	**Risiken**
externe Situationsanalyse	Anbau in Trockengebieten	keine an Standort angepassten Sorten
	Anbauverfahren unkompliziert und Technik verfügbar	züchterische Bearbeitung unzureichend
	gute Lagerfähigkeit nach Trocknung	Kornreife schwierig zu erreichen
		hohe Verluste in der Ernte
		Verunkrautung von Folgekulturen

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 82

2. Zuckerpflanzen

Die Erzeugung von pflanzlichen Süßstoffen erfolgt weltweit in erster Linie über Saccharose, ein Disaccharid, das in den Speicherorganen der Zuckerrübe (Rübenkörper von *Beta vulgaris)* und des Zuckerrohrs (Internodien der Sprossachsen von *Saccharum)* akkumuliert wird. Weitere Pflanzenarten mit nennenswerten Saccharosegehalten sind die Zuckerhirse *(Sorghum bicolor)* und der Zuckermais *(Zea mays)*.

Als Alternative zu den vorgenannten klassischen Zuckerpflanzen können z. B. inulinhaltige Pflanzen angesehen werden. Inulin ist ein Speicherkohlenhydrat, das zur Gruppe der Fructane zählt. Es ist durch zahlreiche aneinandergereihte Fructosemoleküle mit einem Glucosemolekül am Ende dieser Kette aufgebaut. Fructane besitzen ähnliche Funktionen wie Ballaststoffe, weshalb sie im Gegensatz zur Saccharose ernährungsphysiologisch positiv bewertet werden (Anregung der Darmtätigkeit). Ein weiterer Vorteil ist die Tatsache, dass Fructane insulinunabhängig metabolisiert werden, weshalb Inulin bei Diabetikern zur Substitution von Saccharosesüßstoffen verwendet werden kann.

Zichorie

Die Zichorie ist als Heilpflanze und Gemüse schon lange bekannt. Wegen ihres Bitterstoffgehalts war die Zichorie als Grundsubstanz für Kaffeesurrogat geschätzt. Ihr Anbau ist in den letzten 50 Jahren in Deutschland bis auf ca. 300 bis 400 ha zurückgegangen. Aufgrund ihres relativ hohen Inulingehalts und ihrer Eignung zur Ethanolherstellung scheint die Zichorie als nachwachsende Rohstoffpflanze wieder interessant zu werden.

Botanik

Die Zichorie *(Cichorium intybus* var. *sativum)* gehört zur Familie der Korbblütler *(Compositae)*. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich über fast alle Erdteile. Die Zichorie ist auch in Deutschland heimisch geworden und wächst überall wild an Wegen und Feldrändern. Durch die Inkulturnahme wurde die Zichorie – ebenso wie die Beta-Rübe – zu einer zweijährigen Pflanze mit einer verdickten Wurzel und besitzt einen winterannuellen Entwicklungsverlauf, wobei eine wirtschaftliche Nutzung nur im ersten Vegetationsjahr erfolgt. Im ersten Jahr bildet sie den Rübenkörper (lange Pfahlwurzel) und oberirdisch eine üppige Blattrosette (Abb. 7), während im zweiten Jahr der Blütenstängel austreibt. Durch langjährigen Anbau haben sich aufgrund unterschiedlicher Wurzelformen verschiedene Varietäten herausgebildet (Becker/John 2000; Diepenbrock et al. 1999; Franke 1997; Frese 1999; Heinisch 1953).

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

Die Wurzelzichorie wird in Belgien, den Niederlanden, Frankreich und Südafrika seit Jahren angebaut und stellt somit eine etablierte Kulturpflanze dar. Die Möglichkeiten und Bedingungen der Kultivierung sind seit langem bekannt. Gezüchtete Sorten sind in den westlichen Nachbarländern vorhanden. Diese Sorten und sämtliche Techniken des Anbaus können auf Deutschland problemlos übertragen werden. Dass dennoch kein Anbau erfolgt, liegt an der Konkurrenz zur Zuckerrübe und an der fehlenden Inulinquote in Deutschland.

Die Anforderungen an die Klima- und Bodenbedingungen sind ähnlich wie diejenigen der Zuckerrübe; der Wärmebedarf der Zichorie ist in ihrer Jugendentwicklung etwas höher. In Nordfrankreich, Belgien und den Niederlanden werden unter den dortigen maritimen Klimabedingungen hohe und sichere Rübenerträge mit hohem Inulingehalt (bis 20 Prozent) erzielt. Optimale Wachstumsbedingungen findet die Zichorie auf mittelschweren, tiefgründigen, humusreichen Zuckerrübenböden (Anonym 1992; Diepenbrock et al. 1999; Frese 1999; Harmuth 1995; Heinisch 1953).

Abbildung 7



Zichorie



Quelle: http://www.nf-2000.org/secure/images/cas23e.gif

Anbauverfahren

Die Zichorie kann nach Hackfrüchten, Winter- und Sommergetreide sowie nach Leguminosen erfolgreich angebaut werden. Als Feindpflanze der Rübennematoden kann sie zur Gesundung eines verseuchten Feldschlages beitragen und ohne weiteres die Zuckerrübe in der Fruchtfolge vertreten. Die späte Ernte bereitet häufig Schwierigkeiten und schließt das früh auszusäende Wintergetreide als Nachfrucht aus.

Zurzeit gibt es in Deutschland keine für den hiesigen Anbau zugelassenen Zichoriensorten. Dem Landwirt stehen nur EU-Sorten aus Frankreich, Belgien und den Niederlanden in begrenzter Anzahl zur Verfügung. Wurzelzichoriensorten werden analog zu Zuckerrübensorten in zuckerreiche und massenertragsbetonte Sorten unterteilt (Frese 1999).

Die Zichorie ist sehr empfindlich gegenüber Spätfrösten, weshalb sie nicht vor Mitte März bis April ausgesät werden sollte. Bei zu später Aussaat kann die Winterfeuchtigkeit häufig nicht mehr ausgenutzt werden.

Der Nährstoffentzug ist im Zichorienanbau so hoch wie derjenige der Zuckerrüben. Die Höhe der Stickstoffversorgung hängt im Wesentlichen vom N_{min} im Boden ab. Die N-Düngung sollte in der Höhe verabreicht werden, wie es bei dem Zuckerrübenanbau gehandhabt wird. Sie wird meist in zwei Gaben verabreicht (Mielke/Schöber-Butin 2002).

Wichtig für die Bestandsentwicklung ist ein unkrautfreies Saatbett, da eine chemische Unkrautbekämpfung nur eingeschränkt möglich ist. Spezielle Gräserherbizide des Zukkerrübenanbaus können eingesetzt werden (Anonym 1992; Frese 1999; Hartmuth 1995). Krankheiten und Schädlinge spielen bei der Zichorie nur eine geringe Rolle.

Die Ernte erfolgt Ende September bis Anfang Oktober. Sie geschieht mit der gleichen Erntetechnik, wie sie bei den Zuckerrüben üblich ist. Ein späterer Erntetermin ist sehr risikoreich, da die Zichorien durch frühe Nachtfröste sehr stark geschädigt werden können. Es können Rübenerträge von 300 bis 600 dt/ha erzielt werden. Die Zichorien müssen aufgrund ihrer sehr kurzen vegetativen Ruhe spätestens 8 bis 10 Tage nach dem Roden verarbeitet sein. Bei längerem Lagern besteht die Gefahr, dass die Zichorienrüben austreiben und dann das Inulin abgebaut wird (Anonym 1992; Frese 1999; Heinisch 1953; Schuchert 2002).

Inhaltsstoffe und Absatzchancen

Grundsätzlich ist bei der Zichorie die Blattnutzung (Gemüsezichorie, Chicoree) und die Wurzelnutzung (Wurzelzichorie, Rübennutzung) zu unterscheiden. Für die Gewinnung des Inulins ist nur die Rübennutzung von Bedeutung, da das Inulin in den Wurzeln lokalisiert ist. Inulin ist ein typischer Speicherstoff der Korbblütler.

Seit Anfang der 1990er Jahre werden in Frankreich, Belgien und den Niederlanden die Zichorien statt zur Herstellung von Kaffeeersatz zunehmend zur Inulin- und Fructosegewinnung genutzt. Inulin liefert Zuckersirup mit sehr viel höherer Süßkraft als Saccharose. Für die Herstellung von kosmetischen und pharmazeutischen Produkten hat das Inulin bzw. die daraus gewonnene Fructose eine gewisse Bedeutung erlangt.

Es besteht auch die Möglichkeit, aus Wurzelzichorien Ethanol herzustellen; allerdings mit geringerer Ethanolausbeute als bei der Zuckerrübe. Dennoch kann aus der Zichorie mit 4 000 l Ethanol/ha der zweithöchste Energieertrag pro Flächeneinheit aller mitteleuropäischen zucker- bzw. stärkehaltigen Kulturpflanzen produziert werden. Außer zu Ethanol kann das Inulin zu Phosphatersatzstoffen (Reinigungs- bzw. Waschmittel) und für die Medizintechnik (Trägermaterial bzw. Einkapseln von Arzneimitteln) aufbereitet werden (Anonym 1992, 1993 u. 1996; Becker/John 2000; Dambroth 1983; Diepenbrock et al. 1999; Franke 1997; Frese 1999; Schuchert 2002).

Resümee

Die Zichorie wird in Deutschland nur noch in geringem Umfang angebaut. Dessen ungeachtet wäre sie als nachwachsende Rohstoffpflanze eine Alternative im Pflanzenbau, die durchaus auch ökologische Vorteile bieten könnte, zumal die Aussaat- und Erntetechnik der Zuckerrübe verwendbar ist. Anbaurisiken bestehen insbesondere im Hinblick auf die termingerechte Ernte. Gezüchtete Sorten stehen aus westeuropäischen Nachbarländern zur Verfügung, aber eine weitere züchterische Bearbeitung im Hinblick auf Anbaueigenschaften und die Inulinnutzung wäre notwendig. Da die deutsche Industrie zur Verarbeitung von Zuckerrüben bei der EU keine Inulinquote erworben hat, ist der Anbau ausschließlich auf die westlichen Nachbarländer konzentriert. Die Einführung des Zichorienanbaus in Deutschland ist somit wesentlich von politischen Rahmenbedingungen (Zuckermarktordnung) und der Nachfrage nach Inulin für chemisch-technische Verwendungen (z. B. in der pharmazeutischen Industrie) abhängig (Tab. 8).

Tabelle 8

SWOT-Matrix Zichorie

	Stärken	**Schwächen**
interne Situationsanalyse	Speicherstoff Inulin basiert auf Fructose hohe Toleranz gegenüber Krankheiten und Schädlingen	Knollen außerhalb des Bodens nicht lagerfähig hohe Frostempfindlichkeit
	Chancen	**Risiken**
externe Situationsanalyse	Technik aus dem Zuckerrübenanbau kann verwendet werden nachgefragter Einsatz in der pharmazeutischen Industrie	rasche Verarbeitung der geernteten Rüben notwendig fehlende züchterische Bearbeitung Ethanolausbeute gering

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 83

Topinambur

Topinambur *(Helianthus tuberosus)* ist eine relativ junge, knollenbildende Kulturpflanze, die Anfang des 17. Jahrhunderts aus Nordamerika als Zier- und Nahrungsmittelpflanze nach Europa kam.

Botanik

Topinambur *(Helianthus tuberosus)* ist eine landwirtschaftliche Kulturpflanze der Gattung *Helianthus,* die zur Familie der *Asteraceae* (Korbblütler, *Compositae)* gehört. Topinambur ist eng mit der Sonnenblume *(Helianthus annuus)* verwandt (Abb. 8). Es handelt sich um eine knollenbildende Art, die in der Lage ist, aus der Speicherknolle jährlich neue Triebe zu bilden. Aufgrund der sehr guten Kältetoleranz der inulinhaltigen Knollen können die Pflanzen nach dem Winter neu austreiben. Aus diesem Grund ist eine mehrjährige Nutzung von Topinambur in Deutschland möglich. In den Sommer- und Herbstmonaten findet die Einlagerung der Assimilate in die Knolle statt. Im Spätherbst (November) sind in der Regel die höchsten Inulingehalte in den Knollen zu finden. Die Sprossknollen, die so groß wie Kartoffelknollen sein können, sind jedoch unregelmäßig geformt und weisen sortentypisch eine rote bis gelblichbraune Schale sowie weißes Fleisch auf. Die Knollen des Topinamburs werden wesentlich später gebildet als diejenigen der Kartoffel (Becker/John 2000; Bramm/Schittenhelm 1999; Diepenbrock et al. 1999; Franke 1997; Geisler 1988).

Abbildung 8

Topinambur



Quelle: http://www.zelazkow.fr.pl/uprawy/topinambur.jpg

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

Topinambur wird in Deutschland kaum angebaut, und dann nur als Wildacker-, Zier- und Grünfutterpflanze

sowie regional zur Branntweinerzeugung. Für einen verstärkten Topinamburanbau wären insbesondere leichte Böden geeignet. Auf trockenen Sandböden und kiesigen Böden ist Topinambur der Kartoffel im Ertrag sogar überlegen, sofern die Wasserversorgung gesichert ist. Die Anbaueignung in Deutschland wird als gut eingeschätzt. Verschiedene Versuche und Praxiserprobungen haben gezeigt, dass Topinambur auf allen ackerbaulich genutzten Böden in Nord- wie auch in Süddeutschland kultiviert werden kann.

Stand der Züchtung

In Deutschland erfolgt seit längerem keine Züchtung mehr. Deshalb sind nur alte Sorten im Nachbau verfügbar, wobei es sich oft um sehr heterogenes Material handelt (TFZ 2005). Die internationale Züchtung (u. a. USA, Kanada, Frankreich) konzentriert sich zunehmend auf die Rohstoffgewinnung. Wichtigstes Zuchtziel ist die Steigerung des Inulingehalts der Knollen für die Fructosegewinnung. Dazu soll die Lagerfähigkeit der Knollen verbessert werden. Für die Futternutzung sind Sorten mit hohen Grünmassenerträgen interessant (AID 1989).

Anbauverfahren

Topinambur stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht und kann jede Stelle in der Fruchtfolge einnehmen. Das Produktionsverfahren ist vergleichbar mit dem der Kartoffel (Pflanzung der Knollen im Frühjahr, Dammkultur, mechanische Pflege der Erddämme, Krautbeseitigung im Herbst oder im Winter vor der Rodung, Rodung der Knolle im Spätherbst oder nach dem Winter bei guter Befahrbarkeit des Bodens). Die Einordnung des Topinamburs in geregelte Fruchtfolgen ist jedoch durch die Frosthärte und den Wiederaustrieb der Knollen zu einem Problem geworden. Wenn nach Topinambur andere Kulturen angebaut werden, bestehen häufig Durchwuchsprobleme, die mit der Unkrautbekämpfung zu bewältigen oder mit geeigneten Nachfrüchten wie Hafer-Erbsen-Gemenge oder Feldfutter zu lösen sind.

Topinambur kann auch mehrjährig genutzt werden. Um gute Knollenerträge zu erzielen wird der einjährige Anbau vorgezogen. Wegen der Gefahr des Befalls mit *Sclerotinia sclerotiorum* ist – unter Berücksichtigung anderer anfälliger Wirtspflanzen – eine mindestens fünfjährige Fruchtfolge mit nicht anfälligen Kulturen einzuhalten (Adam 1995; Bramm/Schittenhelm 1999; Geisler 1988; Harmuth 1995; Schittenhelm 1995).

Beim erstmaligen Anbau ist eine reichliche Stallmistdüngung (200 bis 250 dt Stallmist/ha) angebracht, die vor der Pflanzung der Knollen in den Boden eingearbeitet werden sollte. Später ist durch Jauche und durch eine reichliche Grunddüngung eine regelmäßige Zuführung der notwendigen Nährstoffe vorzunehmen. Topinambur sollte eine N-Düngung von 50 bis 70 kg N/ha in mineralischer Form bekommen, da eine höhere N-Düngung zur Verschlechterung der Ertragsstruktur führt (Brunner 2002). Die Anzahl der Knollen nimmt dann zwar zu, die durchschnittliche Knollengröße jedoch ab.

Je nach Sorte können die Ernteverluste erheblich sein. Um Knollenverluste bei der Ernte zu minimieren, ist es angebracht, möglichst großknollige Sorten anzubauen. Neben der Großknolligkeit sollten Topinambursorten bzw. -herkünfte ertragreich sein und einen hohen Gehalt an Fructose und Inulin aufweisen. Entscheidend für die Sortenwahl ist der Erntezeitpunkt. Während für eine Ernte im Herbst nur frühe und mittelfrühe Sorten angebaut werden sollten, können bei der Ernte im Frühjahr auch späte Sorten zum Anbau kommen Der Knollenertrag schwankt erheblich von 100 bis 700 dt/ha. Der Inulinertrag dürfte bei 60 bis 140 dt/ha liegen (Adam 1995; Bramm/Schittenhelm 1999; Brunner 2002; Geisler 1988; Schittenhelm 1995; Schubert/Feuerle 1993).

Inhaltsstoffe und Absatzchancen

Im Unterschied zur Kartoffel enthält die Topinamburknolle keine Stärke, sondern Fruchtzucker. Topinambur dient traditionell als Grünfutter für Wild, Rinder und Schweine sowie als Zierpflanze in Gärten. Die Knollen liefern Gemüse, das gekocht, gedämpft oder gebraten werden kann.

Für Diabetiker ist Topinambur von Interesse, da seine Knollen viel Fruchtzucker enthalten und mit 7 bis 8 Prozent die Hälfte der Kohlenhydrate auf Inulin entfällt. Im Nahrungsmittelbereich kann die aus Inulin gewonnene Fructose als Alternativsüßstoff zur Saccharose eingesetzt werden. Im industriellen Bereich bestehen verschiedene Einsatzmöglichkeiten für Inulin, die noch an Bedeutung gewinnen dürften. Inulin kann als Phosphatersatz in Waschmitteln eingesetzt werden. Von außerordentlicher Bedeutung ist die Anwendung des Inulins als Nährmedium für Mikroorganismen, die ihrerseits organische Säuren, Aminosäuren, Antibiotika und Vitamine produzieren. Weiterhin ist die biotechnologische Herstellung leicht abbaubarer Kunststoffe aus Inulin möglich. Im Hinblick auf die energetische Nutzung ist die Ethanolausbeute je ha in der Regel noch niedriger als bei der Zichorie.

Resümee

Der Anbau von Topinambur ist prinzipiell als nachwachsender Rohstoff mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten interessant. Die Technik aus dem Kartoffelanbau kann verwendet werden. Der Anbau kann überall in Deutschland erfolgen, wobei insbesondere leichte Böden geeignet sind. Erhebliche Probleme stellen allerdings der Durchwuchs in Folgekulturen und damit die Fruchtfolgegestaltung sowie Anbaurisiken durch Ertragsschwankungen und Ernteverluste dar. Weitere Hemmnisse sind die im Vergleich zu anderen inulinliefernden Pflanzen niedrigeren Erträge und die rapide Abnahme der Trockenmasseerträge bei mehrjährigem Anbau als Energiepflanze (Tab. 9).

Tabelle 9

SWOT-Matrix Topinambur

	Stärken	Schwächen
interne Situationsanalyse	Speicherstoff Inulin basiert auf Fructose hohe Erträge auch bei Anbau auf leichten Sandböden hohe Frostverträglichkeit der Knollen (bis –30 °C)	Knollen außerhalb des Bodens nicht lagerfähig
	Chancen	**Risiken**
externe Situationsanalyse	Technik aus dem Kartoffelanbau kann verwendet werden nachgefragter Einsatz in der pharmazeutischen Industrie	Knollenernte im Spätherbst oder Winter rasche Verarbeitung der geernteten Rüben notwendig fehlende züchterische Bearbeitung Masseertrag bei Energiepflanzenanbau nimmt ohne Knollenernte rasch ab Durchwuchsprobleme

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 83, verändert

3. Ölpflanzen

Ölpflanzen stellen eine sehr heterogene Gruppe von Nutzpflanzen dar, die unterschiedlichen Pflanzenfamilien zugeordnet sind. Die wirtschaftlich wichtigsten Ölpflanzen zählen zu den Kreuzblütlern (Raps), Leguminosen (Soja), Korbblütlern (Sonnenblume) und Baumgewächsen (Ölpalme, Olive). In diesen Pflanzenfamilien finden sich jeweils weitere Pflanzenarten, die sich durch relativ hohe Ölgehalte in den Früchten sowie durch spezifische Fettsäuremuster auszeichnen. Eine Übersicht über diese Arten gibt Tabelle 10. Diese Arten haben, gemessen an den Produktionsmengen und Anbauflächen, insgesamt eine geringe wirtschaftliche Bedeutung. Sie können aufgrund ihrer sehr spezifische Samen- bzw. Ölqualität gegenwärtig nicht von den klassischen Ölpflanzen ersetzt werden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass sich die Pflanzenzüchtung bemüht, die Öle der wirtschaftlich bedeutsamen Ölpflanzen mit klassischen und gentechnischen Methoden weiter zu modifizieren, um damit die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten (Entwicklung von Spezialölen für die chemische Industrie, für die Lebensmittelindustrie, für technische Anwendungen sowie für die Pharmazie) weiter zu erhöhen.

Tabelle 10

Alternative Ölpflanzen mit geringer Anbaubedeutung

Pflanzenart	botanische Bezeichnung	Ölgehalt (%)	Verwendung
Familie der Kreuzblüler *(Cruciferae)*			
Rübsen	*Brassica campestris*	*35–40*	Speiseöl, Futterpflanze
Sareptasenf	*Brassica juncea*	*30–40*	Mostrichherstellung, Gründüngung
Schwarzer Senf	*Brassica nigra*	*25–38*	Mostrichherstellung, Phytopharmazie, Gründüngung
Abessinischer Senf	*Brassica carinata*	*35–42*	Gemüse, Speiseöl
Weißer Senf	*Sinapis alba*	*35–40*	Mostrich, Gründüngung, Schmieröl, Gewürz
Ölrettich	*Raphanus sativus*	*38–50*	Gründüngung, Futterpflanze
Leindotter	*Camelina sativa*	*35–40*	Lacke, Farbenherstellung
Ölraute	*Eruca sativa*	*25–35*	technische Öle, Gemüse
Crambe	*Crambe abyssinica*	*30–45*	technische Öle

noch Tabelle 10

Pflanzenart	botanische Bezeichnung	Ölgehalt (%)	Verwendung
Familie der Korbblütler *(Compositae)*			
Nigersaat	*Guizotia abyssinica*	*35–45*	Speiseöl, Grünfutter
Ölmadie	*Madia sativa*	*30–40*	Industrieöl
Mariendistel	*Silybum marianum*	*25–35*	Arzneipflanze
Ringelblume	*Calendula officinalis*	*20–30*	Pharmazie, Kosmetik, Lebensmittelfarbstoff
Spitzklette	*Xanthium strumarium*	*35–40*	Speiseöl, Arznei- und Farbstoffpflanze
Familie der Hülsenfrüchte *(Leguminosen)*			
Weiße Lupine	*Lupinus albus*	*10–20*	Futterpflanze, Gründüngung
Anden-Lupine	*Lupinus mutabilis*	*10–25*	Futterpflanze, Nahrungsmittel
verschiedene Pflanzenfamilien			
Hanf	*Cannabis sativa*	*28–35*	Fasernutzung
Ölmalve	*Abutilon avicennae*	*15–25*	Futterpflanze, Fasernutzung
Ölziest	*Lalle mantia iberica*	*25–40*	Firnis- und Lackherstellung
Sesam	*Sesamum indicum*	*40–50*	Speiseöl, Kosmetika, Nährmittelherstellung
Rizinus	*Ricinus communis*	*40–50*	Hydrauliköl, Schmiermittel, Leder- und Gummiherstellung
Ölkürbis	*Cucurbita pepo*	*40–50*	Speiseöl, Nährmittel
Nachtkerze	*Oenothera biennis*	*30–40*	Arzneimittelherstellung
Wolfsmilch (Kreuzblättrige)	*Euphorbia lathyris*	*40–50*	Arzneimittel, Energieerzeugung
Borretsch	*Boroga officinalis*	*30–40*	Gemüse, Arzneimittel

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 41

Im Bereich der Olpflanzen hat sich in den vergangenen Jahren eine intensive Suche nach alternativen Nutzpflanzen entwickelt. Ursache dafür sind die Interessen der chemischen Industrie, Alternativen zum Einsatz von Erdölderivaten zu finden. Innerhalb der Produktlinie Öle und Fette erhielten in den 1990er Jahren Crambe *(Crambe abyssinica Hochst.)* und Leindotter *(Camelina sativa* [L.] Crantz.) als Ölpflanzen eine intensive Projektförderung durch die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. Dabei standen Grundlagen des Anbaus (Sortenwahl, Pflanzenbau, Pflanzenschutz) und die Optimierung der Ernte- und Aufbereitungstechnik auf der Rohstoffseite im Vordergrund.

Crambe

Die Crambe ist eine relativ junge Kulturpflanze mit einem hohen Anteil an Erucasäure. Ihr Anbau ist in allen Teilen Europas, aus Afrika, dem Nahen Osten, aus Zentral- und Ostasien sowie Südamerika bekannt. Ihre Anbauflächen sind allerdings sehr gering.

Botanik

Crambe *(Crambe abyssinica)* gehört zu den Kreuzblütlern *(Cruciferae)* und ist eine Sommerkultur (Abb. 9). Sie stammt aus dem Mittelmeergebiet. Die Crambepflanze bildet eine relativ tiefgehende Pfahlwurzel aus

und ist buschig verzweigt. Die Staude erreicht eine Höhe von 120 cm; die Vegetationszeit beträgt 110 bis 120 Tage. Die Frucht ist eine zweigliedrige Schote, von der sich nur ein Glied als fruchtbar herausbildet. Sie entwickelt runde Samen, deren Tausendkorngewicht (TKG) mit 6,5 bis 7,5 g wesentlich höher als beim Raps ist. Unter günstigen Bedingungen können bis zu 41 dt Samen/ha geerntet werden. Geerntet werden die gesamten Früchte (Schotenglieder mit Samen), die einen Schalenanteil von etwa 20 bis 35 Prozent aufweisen (Anonym 2002; Diepenbrock et al. 1999; Meier zu Beerentrup 1986; Pude 2001; Röbbelen 1993; Schuster 1992; Troegel/Klaus 1997).

Abbildung 9

Crambe



Quelle: http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/mansfeld/bilder.afp?taxid=24223&bildid=150

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

Crambe wurde erstmals in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts in Russland in Kultur genommen und in den 1950er und 1960er Jahren in Europa in nennenswertem Umfang angebaut. In der DDR wurde Crambe als Ölpflanze kurzzeitig auf einer Fläche von bis zu 4 000 ha angebaut. In den 1990er Jahren hat das Interesse an Crambe im Rahmen des Industriepflanzenanbaus erneut zugenommen. So wurden in den Niederlanden, Frankreich, Italien und Deutschland verschiedene Forschungsprojekte und Modellvorhaben zum Anbau durchgeführt. Die Anbaufläche blieb jedoch gering und belief sich in Deutschland Mitte der 1990er Jahre auf 100 bis 500 ha. Eine gewisse Bedeutung erreichte Crambe dagegen in den USA, wo die Anbaufläche von 2.000 ha im Jahr 1991 auf 24 000 ha im Jahr 1994 durch Unterstützung staatlicher und privater Institutionen erweitert wurde.

Das Ertragspotenzial liegt in Feldversuchen in Deutschland unter günstigen Bedingungen bei 30 dt/ha (Klaus 1998). In Einzelfällen konnten Kornerträge von bis zu 41 dt/ha nachgewiesen werden (Makowski/Troegel 2001). Es sind jedoch erhebliche Schwankungen der Erträge zwischen den Jahren zu beobachten, die in Feldversuchen von 6 bis 41 dt/ha und in der Praxis von 5 bis 30 dt/ha variieren können.

Stand der Züchtung

Wichtigste Ziele der Crambezüchtung sind die Verbesserung des Kornertrags und die Adaption der Pflanze an die jeweiligen Klimabedingungen. In Europa wurde Crambe in den 1980er und 1990er Jahren vor allem in den Niederlanden sowie in Italien, Schweden, Dänemark, Polen und Deutschland züchterisch bearbeitet. In dieser Zeit wurden die italienische Sorte Mario (Zulassung 1996) und verschiedene niederländische Neuzüchtungen geschaffen. Von den Züchtern wird häufig die geringe Variabilität innerhalb der Art *Crambe abyssinica* beklagt, die u. a. auf die Fremdbefruchtung und die hohe Chromosomenzahl (2n = 90) zurückgeführt wird (Röbbelen 1993). In den Sortenprüfungen, die in Deutschland durchgeführt wurden, konnten zwischen den Sorten keine gesicherten Unterschiede in agronomischen und Qualitätsmerkmalen beobachtet werden.

Anbauverfahren

Für die Bodenbearbeitung gelten die gleichen Grundsätze wie für die Rapssaat. Die Aussaat der Crambe sollte erst erfolgen, wenn der Boden sich über 7,5 °C erwärmt hat. In Norddeutschland wird Ende März/Anfang April gesät. Als Begründung für den geringen Anbauumfang in Deutschland wird der unbefriedigende Feldaufgang genannt, der meistens auf die Empfindlichkeit gegen zu feuchte und kühle Witterungsbedingungen zurückzuführen ist.

Auf Basis von Exaktversuchen empfehlen Troegel/Klaus (1997) beim Crambeanbau N-Düngergaben von 90 bis 120 kg N/ha zu verabreichen. Einschließlich N_{min} sollten 140 bis 180 kg N/ha zur Verfügung stehen. Die Ausbringung der N-Düngung erfolgt am besten kurz nach der Aussaat. Höhere N-Gaben brachten keine signifikanten Ertragssteigerungen.

Das Hauptproblem beim Crambeanbau kann in den norddeutschen Bundesländern die starke Verunkrautung der Feldschläge werden. Dies führt zu Qualitätsminderungen aufgrund von Verunreinigungen des Erntegutes mit Unkrautsamen. Des Weiteren erschwert die Spätverunkrautung erheblich die Ernte und verursacht hohe Kosten bei der Trocknung und Reinigung der geernteten Samen. Es besteht noch großer Bedarf an Herbizidversuchen. Es gibt allerdings wirksame Herbizide mit guter Kulturartenverträglichkeit, die auch eingesetzt werden können (BVL 2003; Diepenbrock et al. 1999; Klaus et al. 2002; Troegel/Klaus 1997).

Über die Notwendigkeit von Pflanzenschutzmaßnahmen gegen Pilzkrankheiten liegen kaum Erfahrungen vor. Auf pilzliche Schaderreger für Kruziferen ist zu achten. Es ist zu erwarten, dass bei einem umfangreichen Anbau auch Krankheiten anderer Kruziferen auftreten. Aus phytosanitären Gründen wird empfohlen, den Anbau innerhalb einer Fruchtfolge nicht mit Raps oder anderen Cruziferen zu kombinieren.

Die Crambe erreicht ab Ende Juli bis Mitte August ihre Reife. Wenn der optimale Erntezeitpunkt verpasst wird, besteht Ausfallgefahr, darüber hinaus sind hohe Feuchten des Erntegutes nicht auszuschließen (Makowski 2000). Die Ernte erfolgt wie beim Raps im Mähdrusch. Unmittelbar nach dem Drusch ist das Erntegut zu trocknen und zu reinigen.

Inhaltsstoffe und Absatzchancen

Das Öl der Crambe weist (auch im Vergleich zu Raps) einen hohen Gehalt an Erucasäure auf (Troegel/Klaus 1997). Die Samen haben einen Ölgehalt von über 34 Prozent. Im Fettsäurespektrum des Öls dominiert die Erucasäure mit einem Anteil von 55 bis 62 Prozent. Die Nutzung der Rückstände aus der Ölgewinnung ist durch den Gehalt an Glukosinolaten (60 bis 90 µmol/g) begrenzt.

Erucasäure ist ein Rohstoff, der für eine vielfältige industrielle Nutzung geeignet ist. Das Crambeöl dient vor allem zur Herstellung von Antihaft- und Gleitmitteln (White et al. 1994). Daneben werden erucasäurereiche Öle auch zur Schmierölherstellung, als Kristallisationshemmer in der Erdölförderung, als Weichmacher in der Kunststoffindustrie zur Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse, zur Papierherstellung und als Schaumbremser in Waschmitteln verwendet (Klaus 1995; Pude 2001; Röbbelen 1993; Troegel/Klaus 1997).

Resümee

Aufgrund der vielfältigen Verwendbarkeit der Erucasäure stieg das Interesse an der Crambe. Nachteilig für den Anbau v ist, dass auch mit Winterraps Industrieöle mit hohem Erucasäureanteil produziert werden können. Die Rapszüchtung ist bemüht, diesen Anteil der Erucasäure im Öl weiter zu erhöhen, was die Konkurrenzfähigkeit des Rapses verbessert. Crambe ist als Sommerölpflanze dem Winterraps in der Ölproduktion pro Fläche unterlegen. Außerdem bestehen Anbaurisiken durch Verunkrautung, Ertragsschwankungen etc. Die phytopathologischen Vorteile und landschaftsökologische Effekte beim Anbau von Crambe sind gering, da sie wie Raps zur Familie der Kreuzblütler gehört (Tab. 11).

Leindotter

Der Leindotter war eine gefürchtete Unkrautpflanze im Leinanbau, bevor er züchterisch bearbeitet wurde. Inzwischen ist er zu einer ölliefernden Kulturpflanze geworden. Das Öl ist aufgrund des hohen Gehalts an α-Linolen-

Tabelle 11

SWOT-Matrix Crambe

	Stärken	**Schwächen**
interne Situationsanalyse	hoher Erucasäuregehalt (ca. 60 Prozent des Gesamtgehalts) hohes TKG	Samen fest mit der Schale verbunden erhebliche Ertragsschwankungen niedrigeres Ertragspotenzial als Raps
	Chancen	**Risiken**
externe Situationsanalyse	Anbautechnik vorhanden, gute Mähdruscheignung keine Konkurrenz zu Raps oder Leindotter durch Standortansprüche spezielles Fettsäuremuster in der Industrie nachgefragt	schwierige Einordnung in die Fruchtfolge, da hohe Anforderungen an die Vorfrucht Nachteile in der Nachernte durch schlechte Roll- und Fließfähigkeit

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 84, verändert

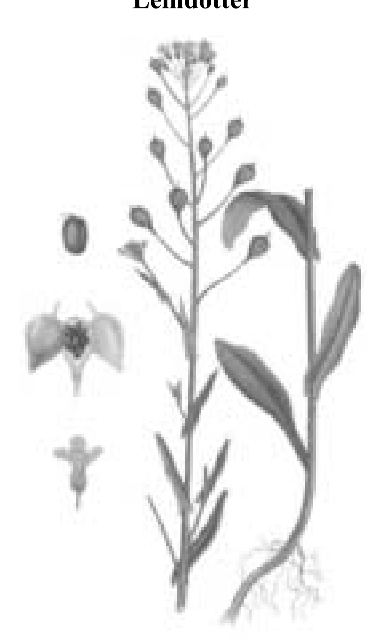
säure – ähnlich wie Leinöl – insbesondere im industriellen Bereich verwendbar. Hervorzuheben ist, dass durch den Anbau von Leindotter die Anzahl landwirtschaftlicher Nutzpflanzen auf leichten Böden erweitert werden kann (Makowski/Dworzak 1996; Makowski/Klostermann 1995; Schuster 1992)

Botanik

Der Leindotter – im engeren Sinne Saat-Leindotter *(Camelina sativa)* – gehört zur Gattung *Camelina* und ist die einzige Art dieser Gattung, die sich zu einer Kulturpflanze entwickelt hat (Abb. 10). Er gehört zur Familie der Kreuzblütler *(Cruciferae)* und ist botanisch mit dem Raps verwandt (Schuster 1992). Vom einjährigen Leindotter gibt es analog zum Raps eine Sommer- und eine Winterform. Bei einer Aussaat im März wird der Erntetermin der Pflanze bereits Ende Juli erreicht. Die spitz auslaufenden Schoten sind auffallend kurz (7 bis 10 mm). Die Samenkörner sind sehr klein. Das Tausendkorngewicht der Samen beträgt 0,8 bis 2,1 g. Der Leindotter hat auf lehmigem Sand ein höheres Ertragspotenzial als die Sommerölfrüchte Sommerraps, Sommerrübsen, Weißer Senf, Öllein und Crambe (Diepenbrock et al. 1999; Körber-Grohne 1988; Makowski/Klostermann 1995; Makowski/Pscheidl 2003; Matthäus 1999; Pude 2001; Schuster 1992; von Boguslawski 1953).

Abbildung 10

Leindotter



Quelle: http://runeberg.org/nordflor/pics/203.jpg

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

In den Jahren 1990 bis 2000 wurden in Deutschland und anderen Ländern Europas Feldversuche und Anbauerprobungen durchgeführt, die eine Wiedereinführung des Leindotters (zur Nutzung als Industriepflanze) zum Ziel hatten (Zubr 2003). Ein großflächiger Anbau hat sich daraus bisher jedoch nicht entwickeln. Je nach Standortbedingungen werden für den Sommerleindotter Kornerträge angegeben, die unter Feldversuchsbedingungen in der Spanne von 15 bis 30 dt/ha variieren. Die Stärken des Leindotters liegen nicht so sehr im sogenannten Reinanbau, sondern im Mischanbau (Kap. IV.1).

In seinen bescheidenen Standortansprüchen ist der Leindotter dem Lein ähnlich. Er ist eine anspruchslose, robuste Pflanze, die selbst auf Sandböden noch mit Erfolg angebaut werden kann. Auf leichteren Standorten ist der Leindotter eine echte Alternativpflanze zu Getreide oder Raps, während sein Anbau auf schweren Tonböden und in nassen Lagen nicht gelingt.

Stand der Züchtung

In den vergangenen Jahren wurden verschiedene Arbeiten zur Evaluierung von Leistungs- und Qualitätsmerkmalen, zur Weiterentwicklung von Züchtungsmethoden sowie zur Erweiterung der genetischen Variation beim Leindotter durchgeführt. Im Ergebnis bisheriger Züchtungsarbeiten konnten eine Erhöhung des Linolensäuregehalts und eine Verbesserung der Variabilität morphologischer Merkmale erreicht werden. Daneben wurden auch der Samenertrag, der Fettgehalt und das TKG verbessert. In osteuropäischen Ländern sind einige Sommerleindottersorten für den Anbau zugelassen. Für den Anbau in Deutschland stehen der Praxis vom Bundessortenamt zugelassene Leindottersorten (Sommer- und Winterformen) zur Verfügung. Der Sortenschutz ist für insgesamt vier Sorten erteilt (BSA 2002).

Anbauverfahren

Der Leindotter im Reinanbau ist nicht selbstverträglich und darf auch nicht nach anderen Kreuzblütlern in der Fruchtfolge stehen. Alle anderen Kulturen eignen sich als Vorfrüchte (Becker-Dillingen 1928; Diepenbrock et al. 1999; Makowski 2000). Im Mischanbau wurden bisher keine Selbstunverträglichkeiten festgestellt.

Hinsichtlich der Bodenbearbeitung stellt Leindotter höchste Ansprüche. Das überaus kleine Samenkorn verlangt eine gleichmäßige Samenablage. Dementsprechend ist ein besonders feines Saatbett – entsprechend dem des Leins – für die Aussaat vorzubereiten (Makowski/Pscheidl 2003).

Leindotter verträgt keine hohen N_{min}-Rückstände von der Vorfrucht im Boden. Bei maximalem Samenertrag von 30 dt/ha sind N-Gaben von 30 bis 60 kg N/ha (Sollwert) ausreichend. Eine zu hohe N-Düngung würde den Ölgehalt drastisch senken (Kahnt 1995).

Eine gezielte Unkrautbekämpfung ist bei der gering bodendeckenden und konkurrenzschwachen Kulturpflanze Leindotter eine Grundvoraussetzung für den Anbau. Mechanische Pflegemaßnahmen sind möglich. Bislang gibt es für den Leindotteranbau zwei amtlich zugelassene Herbizide (BVL 2003).

Leindotter ist von Natur aus relativ gesund und robust; er weist kaum Krankheiten auf. Da aber die Ausbreitung von Krankheiten wesentlich durch den Umfang der jeweiligen Kulturpflanzen beeinflusst wird, sind noch spezifische phytosanitäre und phytopathologische Untersuchungen notwendig. Bei einem verstärkten Anbau kann nach Amelung (1995) mit einer Reihe von Krankheiten gerechnet werden, die zum großen Teil auch im Anbau anderer Ölfrüchte vorkommen.

Bei einer Abreife der Schoten ab Anfang Juli kann Leindotter Mitte bis Ende Juli geerntet werden. Da die Schoten relativ platzfest sind, lässt er sich mit der herkömmlichen Technik im Mähdrusch wesentlich leichter als Öllein ernten. Das Erntegut sollte eine Lagerfeuchte von nicht mehr als 9 Prozent haben; häufig muss es noch nachgetrocknet werden (DSV 2002).

Inhaltsstoffe und Absatzchancen

Leindotter wird wegen seines hohen Ölgehalts im Samen (35 bis 45 Prozent) angebaut. Das Öl weist folgendes Fettsäuremuster auf: 40 Prozent α-Linolensäure, 20 Prozent Linolsäure, 20 Prozent Eicosensäure, 16 Prozent Ölsäure und 3 Prozent Erucasäure. Das Leindotteröl wird vorrangig für industrielle Anwendungen verwendet. Es ist in der EU auch als Lebensmittel zugelassen, wird aufgrund seiner Zusammensetzung als positiv für die Nahrungsergänzung eingeschätzt, hat aber aufgrund des hohen Linolengehalts nur eine begrenzte Haltbarkeit und darf nicht erhitzt werden. Als Speiseöl hat es daher bislang nur die Bedeutung eines Nischenprodukts.

Aufgrund des Anteils von > 50 Prozent mehrfach ungesättigter Fettsäuren wird das Leindotteröl als schnell trocknendes Öl eingeordnet. Es wird zur Herstellung von Lacken und Farben verarbeitet, wobei das aus den Samen gepresste Öl in Mischungen mit Leinöl als Anstrichöl verwendet wird. Des Weiteren lässt sich das Leindotteröl zur Herstellung von kosmetischen Ölen, Cremes, Lotionen und Seifen verarbeiten (Mielke/Schöber-Butin 2004). Dem Einsatz als biogener Kraftstoff in dafür geeigneten Dieselmotoren steht nichts im Wege (Makowski/Pscheidl 2003). Systematische Versuche der Verwendung als Kraftstoff – sowie eventuell daraus folgende züchterische Optimierungen – stehen noch aus.

Problematisch stellt sich der Einsatz des verbleibenden Presskuchens in der Tierfütterung dar. Sowohl bei Schweinen als auch bei Geflügel wurden gesundheitlich bedenkliche Veränderungen festgestellt, die eine Streichung des Leindotterpresskuchens von der Liste der unerwünschten Futtermittel nicht erwarten lassen (Böhme/Flachowsky 2005; Paulsen 2005). Dagegen haben Untersuchungen der FAL ergeben, dass die Pressrückstände erfolgreich in der Milchviehfütterung eingesetzt werden können, woraus die Forderung abgeleitet wird, die derzeitigen Begrenzungen aufzuheben (Makowski 2004, S. 17). Der energetischen Verwertung des Presskuchens, etwa zur Verbrennung oder Biomethanisierung, steht nichts entgegen.

Die Absatzchancen für das Öl des Leindotters müssen gegenwärtig als gering eingeschätzt werden. Chancen besitzt Leindotter auf sandigen Böden, wo seine Anbaueignung besser ist als die des Rapses. Eine züchterische Bearbeitung von Leindotter wird in Deutschland gegenwärtig an der Universität Gießen betrieben. Wenn diese Arbeiten erfolgreich sein sollten, könnte sich zukünftig eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit ergeben.

Resümee

Der Leindotter hat auf sandigen Böden ein höheres Ertragspotenzial als andere Sommerölfrüchte. Dort sind sichere, wenn auch niedrige Erträge zu verzeichnen. Durch den Anbau kann eine Erhöhung der Agrobiodiversität, besonders im Mischanbau und auf leichten Böden, erwartet werden. In Deutschland stehen zugelassene Leindottersorten zur Verfügung, an der weiteren züchterischen Verbesserung wird nur wenig gearbeitet. Leindotteröl wird zur Herstellung von Lacken und Farben und für kosmetische Produkte verwendet. Die Chancen für Leindotteröl werden allerdings als gering eingeschätzt, da die Rapsproduktion im Allgemeinen bedeutend wettbewerbsfähiger ist, der Einsatz der Pressrückstände in der Tierfütterung problematisch ist und Vermarktungswege erst noch erschlossen werden müssen (Tab. 12).

Tabelle 12

SWOT-Matrix Leindotter

	Stärken	**Schwächen**
interne Situationsanalyse	hoher Gehalt eines breiten Spektrums von Ölsäuren geringe Ansprüche an Standort und Wasserversorgung zugelassene Leindottersorten	konkurrenzschwach im Mischanbau mit niedrigen Erträgen (< 4 dt/ha)
	Chancen	**Risiken**
externe Situationsanalyse	Einsatz als Partner beim Mischanbau von Sommergetreide und Erbsen Einsatz auf marginalen Ackerbaustandorten	Verwertung der Rückstände aus der Ölgewinnung nicht gesichert Vermarktungswege sind erst noch zu erschließen

Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 84, verändert

Saflor

Der Saflor *(Carthamus tinctorius)* ist eine Pflanze der subtropischen und semiariden Gebiete und wird vor allem in Indien und Mexiko angebaut. Das Safloröl ähnelt in der Fettsäurezusammensetzung dem Sonnenblumenöl.

Botanik

Der Saflor, auch als Färberdistel bezeichnet, gehört zur Familie der Korbblütengewächse *(Asteraceae)*. Saflor ist innerhalb der Gattung *Carthamus* die einzige Art, die als Kulturpflanze genutzt wird (Abb. 11). Jede Sprossachse und jeder Seitentrieb enden in einem köpfchenförmigen Blütenstand. Nach der Befruchtung entwickelt jedes Blütenköpfchen 15 bis 30 oder mehr Achänen (Samenkörner).

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

Die weltweite Anbaufläche von Saflor (Samennutzung) betrug im Mittel der letzten Jahre etwa 1 Mio. ha (FAO 2004). Die wichtigsten Anbaugebiete befinden sich in Indien (2001 = 400 000 ha) und Mexiko (2001 = 100 000 ha). In Deutschland spielt der Anbau gegenwärtig keine Rolle.

Der Saflor ist eine Pflanze der gemäßigt warmen Regionen (subtropische, semiaride Gebiete). Die Frosttoleranz der Pflanze wird mit –7 °C angegeben, wobei die Kühletoleranz während des Entwicklungsverlaufes vom Keimpflanzenstadium bis zur Bildung der Blattrosette deutlich abnimmt. Für den Herbstanbau wurden in Vorderasien Wintertypen selektiert, die Temperaturen von bis zu –14 °C tolerieren. Saflor gilt als relativ trocken- und salztolerant. Für den Anbau sollten tiefgründige und gut dränierte Böden (sandige Lehmböden) genutzt werden.

Das Ertragspotenzial hängt stark vom Genotyp ab. Verschiedene Saflorsorten, die in Kanada getestet wurden, erbrachten Erträge von 18 bis 26 dt/ha, wenn die Pflanzen bewässert wurden. Ohne Bewässerung lagen die Erträge bei 10,1 bis 14,5 dt/ha (Mündel/Braun 1999). In Deutschland ist ein Anbau grundsätzlich möglich. Notwendig sind jedoch schnell abreifende Sorten mit guter Klimaanpassung.

Stand der Züchtung

In den Ländern der traditionellen Anbaugebiete sind zahlreiche Sorten für verschiedene Nutzungsrichtungen (Körnernutzung, Farbstoffgewinnung, phytomedizinische Nutzung) zugelassen. Es sind sowohl Linien- als auch Hybridsorten verbreitet. Die Merkmale und Eigenschaften dieser Sorten (z. B. Ideotyp, Entwicklungsverlauf, Ölqualität, Stresstoleranz) sind sehr unterschiedlich und stark von der Herkunft abhängig. In Deutschland sind für die Körnernutzung keine Saflorsorten zugelassen.

Abbildung 11

Echter Saflor



Quelle: http://mansfeld.ipk-gatersleben.de/mansfeld/bilder.afp?taxid=43771&bildid=182

Anbauverfahren

Versuchsergebnisse zur Fruchtfolgeeinordnung liegen nicht vor. Bekannt ist jedoch das Auftreten von bodenbürtigen Schaderregern, die die Wurzel oder die Halmbasis infizieren und zu großen Schäden und Ertragsminderungen führen können. Zur Unterbrechung der Infektionskette für diese Pathogene sind Anbaupausen von mindestens drei Jahren sinnvoll.

Zur Absicherung des N-Bedarfs werden 120 kg N/ha empfohlen. In Feldversuchen, die in Deutschland (Brandenburg) durchgeführt wurden, bewirkte die Steigerung der N-Düngung von 60 auf 120 kg N/ha dagegen keine signifikante Erhöhung der Kornerträge.

Für die chemische Unkrautbekämpfung stehen weltweit nur wenige Herbizide zur Verfügung. Herbizide, die für die Sonnenblume und Soja zugelassen sind, scheinen nach Franke (1994) auch für Saflor geeignet zu sein. Saflor wird von zahlreichen pilzlichen Pathogenen befallen. Neben den Pilzkrankheiten können verschiedene Schadinsekten auftreten. In den USA und Australien ist teilweise eine Bekämpfung der Insekten und Pilzkrankheiten im Anbau mit den dort zugelassenen Insektiziden und Fungiziden möglich. In Deutschland sind dagegen keine Pflanzenschutzmittel zugelassen.

Die Ernte zur Körnergewinnung erfolgt im Mähdruschverfahren. Aufgrund der guten Standfestigkeit der Pflanzen und des festen Kornsitzes in den Blütenkörben sind hier keine größeren Probleme vorhanden. Saflor besitzt eine recht lange Mähdruschzeitspanne.

Inhaltsstoffe und Absatzchancen

Die Samen enthalten 35 bis 40 Prozent Öl und etwa 15 bis 20 Prozent Protein. Die Fettsäurezusammensetzung ist der des Sonnenblumenöls sehr ähnlich. Hauptfettsäure ist die zweifach ungesättigte Linolsäure. Auf dem amerikanischen Markt existieren auch Sorten mit hohem Anteil an Ölsäure. Das Safloröl ist ein qualitativ hochwertiges Speiseöl. Die Samen der Pflanzen enthalten keine antinutritiv wirksamen Inhaltsstoffe. Hervorzuheben sind die relativ hohe Gehalten an Tocopherol und Phospholipiden (Lecithin).

Hauptverwendungsrichtung ist die Nutzung der Samen zur Gewinnung von Speiseöl, das aufgrund des hohen Anteils an Linolsäure einen hohen ernährungsphysiologischen Wert besitzt. Die Pressrückstände der Ölgewinnung können in der Tierfütterung genutzt werden. Weiterhin wird Saflor traditionell auch zur Gewinnung eines roten (Carthamin) und eines gelben (Carthamidin) Blütenfarbstoffs genutzt, die u. a. zum Färben von Teppichen, Textilien und Kosmetika, aber auch als Lebensmittelfarbstoffe verwendet werden (Kap. III.5).

Resümee

Saflor- bzw. Färberdistelöl spielt im Speiseölbereich in Deutschland eine relativ große Rolle. Die dafür benötigten Mengen werden ausschließlich aus Importen abgedeckt. Eine Substitution dieser Importe durch Anbau in Deutschland wäre nur möglich, wenn Qualitätsvorteile genutzt werden können. Daneben sind frühreife Sorten erforderlich, um einen Anbau auf Grenzstandorten zu ermöglichen (Tab. 13). Auch die Nutzung der Farbstoffe aus Saflor ist im alternativen Naturfarbstoffbereich möglich (Kap. III.6).

Tabelle 13

SWOT-Matrix Saflor

	Stärken	**Schwächen**
interne Situationsanalyse	qualitativ hochwertiges Speiseöl gute Mähdruschfähigkeit	hohe Temperaturansprüche teilweise lange Vegetationsperiode niedriges Ertragspotenzial
	Chancen	**Risiken**
externe Situationsanalyse	hoher ernährungsphysiologischer Wert des Speiseöls Nutzung als Farbstoff	keine an Standort angepassten Sorten keine für den Safloranbau zugelassenen Pflanzenschutzmittel

Quelle: eigene Darstellung

4. Faserpflanzen

Neben der traditionellen Bedeutung von Naturfasern als Textilrohstoff ergeben sich aktuell im Bereich technischer Anwendungsgebiete und im Bauwesen innovative und expandierende Einsatzfelder. Naturfasern sind zur Verarbeitung zu Verbundwerkstoffen, Dämmstoffen und Geotextilien gut geeignet. Voraussetzungen für den Einsatz und die Akzeptanz einheimischer Naturfasern in der verarbeitenden Industrie sind jedoch:

- Liefer- und Versorgungssicherheit der Fasern,
- geschlossene Ketten vom Anbau bis zur Verarbeitung,
- einheitliche Partien mit an den Verwendungszweck angepasster Qualität,
- konkurrenzfähige Rohstoffpreise der Fasern.

Wachsende Absatzmärkte für Pflanzenfasern im Bereich der Automobil- und Dämmstoffindustrie lassen zukünftig eine Verknappung der auf dem Weltmarkt zur Verfügung stehenden Rohstoffe erwarten. Für den deutschen Anbau ergeben sich aktuell dementsprechend Einsatzchancen von Kurzfasern, vor allem für Faserverbundwerkstoffe, bei Automobilzulieferern und für die Produktion von Dämmstoffen.

Neue Impulse konnten mit der Entwicklung mechanischer Aufbereitungsverfahren von Kurzfasern für technische Anwendungsgebiete gesetzt werden, wobei auch ungeröstetes Faserpflanzenstroh verarbeitet werden kann. Kurzfaserlinien erfordern in der Regel keine aufwendige Trennung in exakt parallel gebündelte Fasern und Reststoffe (Werg und Schäben). Die in Wirrlage befindlichen Gesamtfasern werden nach ihrer Entholzung entweder mechanisch gereinigt und eingekürzt oder physikalisch-chemisch aufbereitet.

Das höchste Fasererertragspotenzial je Flächeneinheit hat im Vergleich der Faserpflanzen eindeutig Faserhanf mit ca. 2 t Fasern/ha. Die Anbauchancen für Faserlein beschränken sich vorrangig auf Übergangslagen und Vorgebirgsstandorte mit höheren Niederschlagswerten. Aufgrund der Standortansprüche des Faserleins und der anspruchsvollen Anbautechnologie ergibt sich aber auch auf diesen Standorten ein erhebliches Anbau- bzw. Ernterisiko. Als alternative Kulturpflanze wird im Folgenden die Fasernessel kurz vorgestellt.

Fasernessel

Als Fasernesseln werden Genotypen der Großen Brennnessel *(Urtica dioica)* bezeichnet, bei denen der niedrige Fasergehalt der Wildnesseln von ca. 4 bis 5 Prozent auf über 17 Prozent durch Transgressionszüchtung erhöht worden ist (Abb. 12).

Aus den Stängeln der Brennnessel lassen sich Fasern für die Herstellung von Textilien gewinnen. Nesselstoff gab es bereits vor Hunderten von Jahren. Baumwolle und die Entwicklung preiswerter Chemiefasern haben die Nesselstoffe vollständig verdrängt.

Abbildung 12

Fasernessel



Quelle: http://www.nachhaltigwirtschaften.at/publikationen/forschungsforum/021/teil3.en.html

Verwendet werden die Bastfasern, die in der Rinde der Brennnessel als Festigungsgewebe dienen. Ihre Länge kann bis zu 15 cm betragen. Die Fasern müssen vom restlichen Stängelmaterial getrennt werden. Dazu verbleiben die gemähten Stängel zunächst zwei Wochen auf dem Feld zum „Rösten“, wobei schon natürliche Abbauprozesse stattfinden. Nach dem Trocknen und Zerkleinern werden die Fasern durch neu entwikkelte Verfahren enzymatisch aufgeschlossen. Der Abbau von Kittsubstanzen wie Pektin und Hemicellulosen führt zur Abtrennung vom restlichen Gewebe. Anschließend werden die Fasern gereinigt, gesponnen und zu Stoffen verwebt. Aufgrund der Ertragsleistung der derzeit verfügbaren Fasernesselstämme wird eine Nutzung bzw. Verwertung der Fasern als nicht praxisrelevant eingeschätzt.

5. Arznei- und Gewürzpflanzen

Arznei- und Gewürzpflanzen stellen Sonderkulturen dar, die eine große Zahl von Pflanzenarten umfassen.

Arzneipflanzen

Als Arzneipflanzen werden jene Nutzpflanzen bezeichnet, welche in einem oder mehreren ihrer Organe Substanzen enthalten, die für therapeutische Zwecke verwendet werden oder die Vorstufen für pharmazeutisch-chemische Halbsynthesen darstellen.

Die für die weitere Verarbeitung genutzten Organe der Arznei- und Gewürzpflanzen werden in der Phytopharmazie als Drogen bezeichnet. Eine pflanzliche Droge ist somit der Teil der Arzneipflanze, der therapeutischen Zwecken dient. Sie werden in zwei große Kategorien

unterteilt: Offizinelle Drogen sind, im Gegensatz zu nicht offizinellen Drogen, in Arzneibüchern aufgelistet, in Monografien beschrieben und mit genauen Prüfvorschriften versehen.

Aus Arzneipflanzen können verschiedene Zubereitungen hergestellt werden. Dazu zählen Aufgüsse, Extrakte oder Tinkturen sowie chemisch reine Substanzen. Die Klassifizierung von Arzneipflanzen erfolgt in der Regel nach den jeweiligen Drogenarten, die genutzt werden. In der Pharmazie ist dabei die Angabe von lateinischen Begriffen üblich (Tab. 14).

Die für die jeweilige medizinische Indikation offizinell zugelassene Arzneipflanze wird als Stammpflanze bezeichnet, die für die Drogengewinnung genutzt wird. Andere Arten der gleichen Gattung, die möglicherweise über eine ähnliche Wirkstoffzusammensetzung verfügen, aber nicht offizinell sind, dürfen nicht verwendet werden.

Neben der Klassifizierung nach Drogenarten ist eine Gruppierung der Arzneipflanzen nach Wirkstoffgruppen üblich. Hierbei werden die Leitsubstanzen bzw. Hauptwirkstoffe berücksichtigt, die bei wirtschaftlicher Nutzung der Pflanzenarten im Vordergrund stehen (Tab. 15).

Tabelle 14

Klassifizierung von Arzneipflanzen nach Drogenarten

Bezeichnung	**Droge**	**Beispiel**
Blütendrogen	Flos, Flores	*Lavandulae flos*
Blattdrogen	Folium, Folia	*Belladonnae folium*
Krautdrogen	Herba	*Fagopyri herba*
Wurzeldrogen	Radix	*Valerianae radix*
Knollendrogen	Tuber	*Aconti tuber*
Samendrogen	Semen	*Lini semen*
Fruchtdrogen	Fructus	*Piperis fructus*
Rindendrogen	Cortex	*Quercus cortex*
Holzdrogen	Lignum	*Quassiae lignum*
Zwiebeldrogen	Bulbus	*Allii cepae bulbus*
Wurzelstockdrogen	Rhizoma	*Hydrastis rhizoma*

Quelle: Honermeier 2005, S. 43

Tabelle 15

Klassifizierung von Arzneipflanzen nach Wirkstoffgruppen

Wirkstoffgruppe	**Beispiele**
ätherisches Öl	Kamille, Kümmel, Schafgarbe
Gerbstoffdrogen	Weidenrinde, Eichenrinde, Blutwurzel
Alkaloide	Mohn, Besenginster, Tollkirsche
Flavonoide	Brennnessel, Weißdorn, Buchweizen
Kohlenhydratdrogen	Pektine (Apfel), Amylum (Kartoffel)
Harze und Balsame	Myrrhe, Weihrauch
herzwirksame Glycoside	Fingerhutarten, Oleander
Bitterstoffdrogen	Enzian, Löwenzahn, Wermut, Bitterholz
Saponine	Efeu, Primel, Ginseng, Mäusedorn
Scharfstoffdrogen	Schwarzer Pfeffer, Paprika
Schleimstoffdrogen	Lein, Malve, Eibisch, Huflattich
Fette und Öle	Nachtkerze, Rizinus, Borretsch

Quelle: Honermeier 2005, S. 43

Gewürzpflanzen

Gewürzpflanzen sind dagegen jene Nutzpflanzen, deren ober- oder unterirdische Teile (Organe) wegen ihres Gehalts an aromatischen und scharfen Bestandteilen als würzende bzw. geschmacksverbessernde Zutaten zur Nahrung geeignet sind.

Gewürzpflanzen werden als Lebensmittel betrachten. Sie unterliegen daher dem Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (LBMG). Genutzt werden sowohl frische als auch getrocknete Pflanzen oder Pflanzenteile (Drogen). Prinzipiell kommen auch hier alle Teile der Pflanzen (Wurzel-, Blatt-, Kraut-, Rinden-, Blüten-, Frucht-, Samendrogen) für eine Gewürznutzung in Betracht. Die meisten in Deutschland üblichen Gewürze werden aus subtropischen oder tropischen Regionen importiert, z. B. Zimtrinde, Vanille, Schwarzer Pfeffer, Sternanis, Muskatnuss, Kapern, Ingwer, Gelbwurz, Chili, Süßholzwurzel und Kardamom. Daneben werden jedoch zahlreiche Gewürzpflanzen auch in Deutschland feldmäßig kultiviert, z. B. Dill, Majoran, Petersilie, Schnittlauch, Zwiebel, Sellerie, Gelber Senf und Kümmel.

Bei Arznei- und Gewürzpflanzen ist nicht immer eine eindeutige Trennung zwischen der pharmazeutischen Nutzung und der Verwendung als Gewürzpflanze möglich, da einige Pflanzen für beide Anwendungen genutzt werden können. Beispiele für Pflanzenarten, die sowohl zur Herstellung von Phytopharmaka als auch als Gewürzmittel genutzt werden, sind Knoblauch, Melisse, Salbei und Kümmel. Daneben werden Arznei- und Gewürzpflanzen auch für andere Zwecke wie zur Herstellung von Kosmetika (z. B. Ringelblume, Nachtkerze, Kamille), als Nahrungsergänzungsmittel (z. B. Borretschöl) oder zur Färbung von Nahrungsmitteln (z. B. Saflor, Gelbwurz) verwendet.

Botanik

Taxonomisch sind die Arznei- und Gewürzpflanzen sehr heterogen und einer großen Vielzahl von Pflanzenfamilien zuzuordnen (Übersicht zu den wichtigsten in Deutschland nutzbaren Arznei- und Gewürzpflanzen in Anhang 1). Das Spektrum der botanischen Zugehörigkeit der Arten repräsentiert sowohl für die landwirtschaftliche Nutzung bedeutsame Pflanzenfamilien (z. B. Süßgräser/*Poaceae,* Kreuzblütler/*Cruciferae,* Hülsenfrüchte/L*eguminosae*) als auch wirtschaftlich weniger genutzte Pflanzenfamilien (z. B. Johanniskrautgewächse/*Clusiaceae,* Wolfsmilchgewächse/*Euphorbiaceae,* Borretschgewächse/*Boraginaceae* oder Baldriangewächse/*Valerianaceae).* Viele Arznei- und Gewürzpflanzenarten sind Bestandteil der heimischen oder der außereuropäischen Wildflora und durch ausgeprägte Wildpflanzeneigenschaften gekennzeichnet.

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

Die Anbaueignung von Arznei- und Gewürzpflanzen ist von den botanischen Eigenschaften der jeweiligen Pflanzenart selbst abhängig (z. B. Temperaturbedarf, Kälteempfindlichkeit, Photoperiodik) sowie vom Stand der Pflanzenzüchtung und der Entwicklung angepasster Produktionsverfahren. Zahlreiche Arznei- und Gewürzpflanzenarten werden aber auch ohne vorherige Züchtungsarbeit kultiviert, quasi als Wildpflanzen (z. B. Löwenzahn und Pestwurz). Das geschieht dann, wenn für diese Drogen ein Markt besteht und die Kultivierung verfahrenstechnisch umsetzbar ist. Andernfalls ist ein hoher manueller Arbeitsaufwand erforderlich, was in der kommerziellen Produktion in Deutschland nicht wirtschaftlich ist.

Zahlreiche Importdrogen, die aus Asien (bes. China und Indien), Amerika (Süd- und Lateinamerika), Afrika und Südosteuropa (Bulgarien, Rumänien, Albanien) nach Deutschland eingeführt werden, resultieren aus Wildpflanzensammlungen. In Deutschland wird dagegen eine vollständige Ablösung von Wildpflanzensammlungen durch eine gezielte Kultivierung von Arznei- und Gewürzpflanzen angestrebt. Als Gründe für die Inkulturnahme werden genannt:

- bessere Kontrolle der Produktionsbedingungen beim Anbau von Arzneipflanzen (Bodenbedingungen, Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz),
- bessere Qualität (höhere Wirkstoffgehalte) und Quantität (höhere Drogenerträge),
- Vermeidung von Verwechslungen (Identitätsnachweis),
- stabilere Rohstoffversorgung (termin- und vertragsgerechte Bereitstellung),
- Erhaltung der floristischen Diversität in der Wildflora,
- Vermeidung von Generosion (Erhaltung seltener Arten),
- Möglichkeit der Inkulturnahme nicht heimischer Pflanzenarten zur Rohstoffversorgung der Industrie sowie
- Minimierung von Kosten (insbes. Personalkosten).

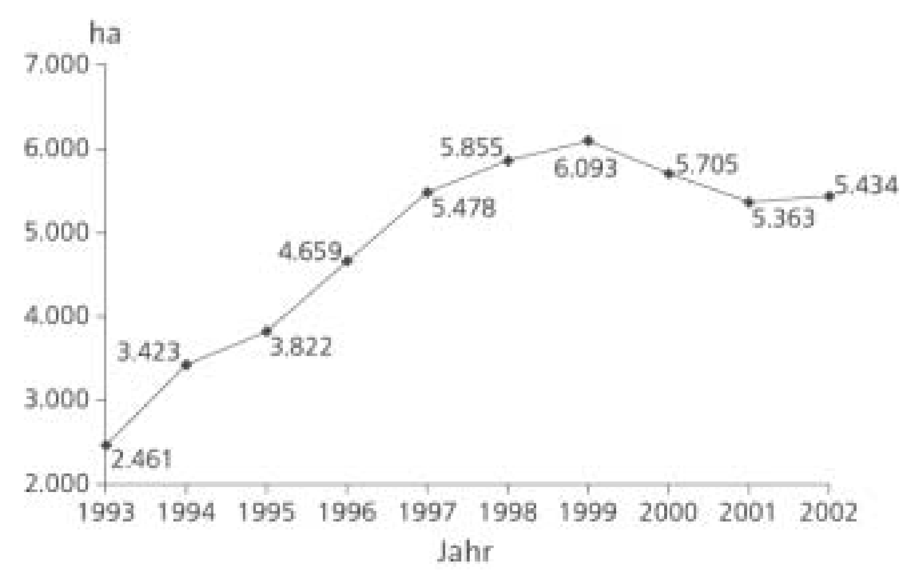
Aus den vorgenannten Gründen hat sich der Anteil der Drogenrohstoffe, die in Deutschland durch feldmäßige Kultivierung gewonnen werden, in den letzten Jahren deutlich erhöht (Abb. 13). Gegenwärtig dürfte dieser Anteil bei über 90 Prozent des gesamten inländischen Drogenaufkommens liegen.

Eine genaue Statistik über den Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen ist in Deutschland nicht vorhanden. Es wird geschätzt, dass die Anbaufläche gegenwärtig bei 5 000 bis 6 000 ha liegt. Nach anderen Angaben lag die Anbaufläche in Deutschland 1999 bei etwa 10 800 ha (FNR 2002, S. 58). Die Hauptanbaugebiete liegen in Bayern, Thüringen und Hessen, die bereits über eine lange Tradition des Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen verfügen. Aber auch in anderen Regionen (besonders in Sachsen-Anhalt, Sachsen, Brandenburg, Rheinland-Pfalz und Niedersachsen) ist ein feldmäßiger Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen zu finden. Die Zahl der kultivierten Pflanzenarten liegt bei etwa 60. Die wichtigsten in der Praxis kultivierten Arzneipflanzenarten sind Echte Kamille, Pfefferminze, Lein und Johanniskraut. Wichtige heimische Gewürzpflanzenarten sind Petersilie, Dill, Sellerie und Majoran. Rund zwei Drittel des Anbaus entfallen auf Arzneipflanzen und ein Drittel auf Gewürzpflanzen.

Abbildung 13



Entwicklung der Anbaufläche von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland



Quelle: Honermeier 2005, S. 55, nach Galizia/Grünwald 2003

Der Flächenanteil ökologisch erzeugter Arznei- und Gewürzpflanzen ist in Deutschland vergleichsweise gering. Der Anbau erfolgt vor allem in Hessen (250 ha), Bayern (150 ha), Thüringen (84 ha), Baden-Württemberg (80 ha) und Sachsen (74 ha) (Franke/Dehe 2003). Der Anbau findet vorwiegend in Dauerkulturbetrieben sowie landwirtschaftlichen Marktfrucht- und Gemischtbetrieben statt. Die kleinflächige Anbauform (0,5 bis 10 ha) ist weit verbreitet. Traditionelle Heil- und Gewürzpflanzenarten (Sanddorn, Hagebutte, Kamille, Fenchel, Kümmel, Roter Sonnenhut und Baldrian) werden am häufigsten angebaut.

Anbauverfahren

Die Fruchtfolgen sind bei Arznei- und Gewürzpflanzen nach ähnlichen Regeln zu gestalten wie bei anderen Kulturpflanzen, z. B. Wechsel zwischen Wurzel-, Blatt- und Samendrogen oder Einhaltung von Anbaupausen zwischen Kulturarten der gleichen Pflanzenfamilie. Als vorteilhaft kann angesehen werden, dass die meisten Arznei- und Gewürzpflanzen anderen Pflanzenfamilien angehören als die häufig angebauten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Probleme können jedoch mit Ausfall, Durchwuchs und mit Unkräutern auftreten, die von vielen Arzneipflanzen nicht so wirkungsvoll unterdrückt werden.

Bei generativer Vermehrung von heimischen Arznei- und Gewürzpflanzen wird Saatgut erzeugt, das in unterschiedlichen Formen (Normalsaatgut, kalibriertes, inkrustiertes, pilliertes Saatgut) auf den Markt kommt. Liegt eine gute Keimfähigkeit des Saatgutes vor, dann sind Direktsaatverfahren möglich (z. B. bei Nachtkerze, Artischocke, Borretsch, Weißer Senf, Fenchel). Bei sehr geringer Keimfähigkeit und bei geringer Größe der Samen erfolgt eine Aussaat in Gefäßen zur Anzucht der Jungpflanzen, die dann ausgepflanzt werden. Bei mehrjährigen und perennierenden Arten ist eine vegetative Vermehrung über Ausläufer oder Wurzelstöcke möglich (z. B. Pestwurz, Brennnessel).

Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) spielt bei Arznei- und Gewürzpflanzen zur Bekämpfung von Schaderregern (Krankheiten, Schadinsekten, Unkräuter) eine große Rolle. PSM-Maßnahmen tragen hier nicht nur zur Verbesserung der Drogenerträge, sondern vor allem auch zur Sicherung einer hohen Drogenqualität bei. Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ist nur in offiziell genehmigten Anwendungsgebieten erlaubt. Aufgrund der geringen Anbaufläche, die Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland einnehmen, gibt es in der Industrie keine Entwicklung von speziellen Wirkstoffen. Aus diesem Grund werden die bereits für andere Kulturpflanzen lizenzierten Pflanzenschutzmittel im Rahmen der Lückenindikation auf ihre Eignung und Zulassung bei Arznei- und Gewürzpflanzen sowie bei Gemüsepflanzen und Sonderkulturen geprüft. Diese Arbeiten werden für Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland durch die Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Unterarbeitskreis Lückenindikation Arznei- und Gewürzpflanzen, koordiniert. Die Zulassung wird vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (früher von der Biologischen Bundesanstalt für Landwirtschaft) kontrolliert und vorgenommen. Bis zum Jahr 2004 wurden für insgesamt 228 Anwendungsgebiete von Arznei- und Gewürzpflanzen Genehmigungen für die PSM-Zulassung beantragt. Davon liegen für 132 Anwendungsgebiete Genehmigungen vor (Krusche 2004).

Die Düngung von Arznei- und Gewürzpflanzen erfolgt prinzipiell nach den gleichen Grundsätzen wie bei anderen Kulturpflanzen. Kenntnisse über die Nährstoffgehalte und Nährstoffentzüge der Pflanzenarten liegen nicht von allen Arten vor. Aus diesem Grund sind z. T. Analogschlüsse zu bekannten Pflanzenarten erforderlich. Der Nährstoff- und Düngemittelbedarf ist bei Arznei- und Gewürzpflanzen aufgrund geringerer Biomasseerträge jedoch insgesamt geringer als im Marktfruchtanbau.

Absatzchancen

Naturheilmittel erfreuen sich wachsender Beliebtheit. Im Jahr 2002 gaben 73 Prozent der West- und 64 Prozent der ostdeutschen Bevölkerung in einer Umfrage an, pflanzliche Arzneimittel zu verwenden. Ende 2004 ermittelte Emnid, dass 80 Prozent der Bevölkerung Naturheilmittel einer chemischen Arznei vorziehen. 88 Prozent sind überzeugt, dass sie Beschwerden lindern, und 82 Prozent nehmen an, dass sie auch heilen. Fast jeder zweite erwartet geringere Nebenwirkungen.

In der Humanmedizin nehmen Phytopharmaka (pflanzliche Arzneimittel) einen besonders hohen Anteil ein bei der Behandlung von Erkältungskrankheiten (ätherische Öle), Herzkrankheiten (Flavonoiddrogen, Digitalisprodukte) und Magenkrankheiten (Schleimstoffdrogen) sowie zur Behandlung der Leber (Artischocke, Mariendistel) und zur Therapie von Gefäßerkrankungen (Flavonoiddrogen). Der weltweite Gesamtumsatz an pflanzlichen Arzneimitteln hat von etwa 12 Mrd. US-Dollar im Jahr 1994 auf 20,3 Mrd. US-Dollar im Jahr 2003 deutlich zugenommen. Deutschland ist in Europa, gemessen an den Verkaufszahlen, der führende Produzent von Phytopharmaka und Nahrungsergänzungsmitteln.

Die landwirtschaftliche Produktion von Arzneimittelpflanzen wie auch die Abnahme durch die verarbeitende Industrie unterliegen nach den Erfahrungen der Vergangenheit allerdings starken Schwankungen. Auf landwirtschaftlicher Seite können plötzlich auftretende Pflanzenkrankheiten, wie beispielsweise Doldenerkrankungen beim Fenchel, zu erheblichen Ertragsverlusten und wirtschaftlichen Schäden führen. Auf der Seite der Arzneimittelhersteller kann es ebenfalls zu unerwarteten Nachfrageänderungen kommen. So können Berichte über Nebenwirkungen pflanzlicher Arzneimittel, wie beispielsweise über mögliche Wechselwirkungen von johanniskrauthaltigen Arzneimitteln mit anderen Arzneimitteln, zu starken Umsatzeinbrüchen führen (FNR 2002).

Weiterhin haben gesundheitspolitische Entscheidungen Einfluss auf die Chancen des Arzneipflanzenanbaus. Seit der Gesundheitsreform 2004 erstatten die Krankenkassen ihren Mitgliedern nur noch Medikamente, die rezeptpflichtig sind. Alle anderen – und das sind fast alle pflanzlichen und homöopathischen Mittel – müssen selbst bezahlt werden. Dies wird nicht ohne Einfluss auf den Absatz pflanzlicher Arzneimittel bleiben. Im Jahr 2003 betrug der Anteil pflanzlicher Arzneien knapp ein Drittel der 6,8 Mrd. Euro für rezeptfreie Mittel.

Resümee

Der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen konnte in den vergangenen Jahren ausgedehnt werden und hat eine gute Position erreicht. Unsichere Preise, stark schwankende Erträge, noch nicht ausgereifte Anbauverfahren (vor allem im ökologischen Landbau) und hohe Trocknungskosten stehen allerdings einer weiteren Ausdehnung der inländischen Produktion oft noch entgegen. Auch auf der Nachfrageseite bestehen Schwankungen. Insbesondere bei vertraglichen Regelungen zwischen Anbauer und verarbeitender Industrie, die einen gesicherten Absatz und garantierte Preise gewährleisten, kann dennoch der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen, eine interessante Alternative für kleinere und mittlere Betriebe darstellen. Allgemein ist ein zunehmendes Interesse an pharmazeutischen und kosmetischen Produkten auf der Basis pflanzlicher Wirkstoffe festzustellen. Mit dem Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen kann auch auf den Trend reagiert werden, verstärkt Naturstoffe aus regionaler Produktion zur Medikation bzw. in der Küche einzusetzen. Aus ökologischer Sicht werden Arznei- und Gewürzpflanzen sehr positiv eingeschätzt, da sie einen hohen Beitrag zur Agrobiodiversität leisten.

6. Färberpflanzen

In Pflanzen vorkommende Farbstoffe besitzen vielfältige Funktionen. Am bekanntesten ist das Chlorophyll, das als grüner Farbstoff in allen Pflanzen für die Absorption von Lichtenergie im Rahmen der Photosynthese zuständig ist. Andere Farbstoffe haben in Form von Blütenfarbstoffen eine Signalfunktion für Insekten, um eine Bestäubung der Blüten zu ermöglichen. Pflanzliche Farbstoffe werden in verschiedenen Bereichen eingesetzt: in der Lebensmittelherstellung, in der Kosmetik, in der Pharmazie, als Indikatoren bzw. analytische Reagenzien, als Künstlerpigmente und zum Färben von Textilien, Leder oder Papier. Obwohl viele Farbstoffe heute synthetisch hergestellt werden können, haben natürliche Farbstoffe ihre Bedeutung nicht ganz verloren.

Botanik und Inhaltsstoffe

Die Klassifizierung von Farbstoffpflanzen erfolgt nach dem Farbton, der mit den Extrakten beim Färben erreicht werden kann. Danach werden vor allem rote, gelbe, blaue und braune Farbstoffe unterschieden (Tab. 16).

Die für diese Farbstoffwirkung verantwortlichen chemischen Verbindungen sind von unterschiedlicher Struktur und zählen zu den Sekundärmetaboliten der Pflanze. Die wichtigsten Färberpflanzen werden im Anhang 2 kurz beschrieben.

Tabelle 16

Farbstoffgruppen und Farbstoffpflanzen

rote Farbtöne	**gelbe Farbtöne**	**blaue Farbtöne**	**braune Farbtöne**
chemische Verbindungen			
Anthrachinone	Carotinoide	Derivate des Indoxyls	Flavanderivate
Naphthochinone	Flavonoide		Gallussäure
Beispiele für Pflanzenarten zur Farbstoffgewinnung			
Färberkrapp	Hundskamille	Färberknöterich	Echter Dost
Echter Steinsame	Kanadische Goldrute	Färberwaid	Frauenmantel
Saflor	Reseda (Färberwau)		Schöllkraut
	Rainfarn		Kleiner Odermennig

Quelle: Honermeier 2005, S. 68

Anbaufläche und Anbaueignung für Deutschland

Gegenwärtig findet in Deutschland ein kleinflächiger Anbau von Färberkrapp, Färberknöterich, Färberwaid und Färberwau statt. Die Flächen, die insgesamt in der Größenordnung von weniger als 100 ha liegen dürften, befinden sich insbesondere in Thüringen und Brandenburg.

Stand der Züchtung

Im Vordergrund der Arbeiten der vergangenen Jahre standen Evaluierungen von Herkünften hinsichtlich Variabilität, Ertrag, Farbstoffgehalt und agronomischer Eigenschaften der Pflanzen (Pflanzenlänge, Entwicklungsverlauf, Ernteindex). Daneben wurden Selektionen aussichtsreicher Pflanzentypen vorgenommen. Auch die genetische Charakterisierung der Pflanzen zur Klärung ihrer Verwandtschaftsverhältnisse stand im Mittelpunkt einiger Arbeiten. Insgesamt ist festzustellen, dass bei fast allen Arten eine hohe Variabilität im Farbstoffgehalt und im Farbstoffertrag vorhanden ist, die in der weiteren Züchtungsarbeit für gezielte Selektionen genutzt werden kann. Leistungsfähige Sorten konnten im Ergebnis bisheriger Züchtungsarbeiten noch nicht geschaffen werden.

Anbauverfahren

Die Kultivierung von Farbstoffpflanzen setzt sehr gute Kenntnisse über die botanischen und agronomischen Eigenschaften der jeweiligen Arten voraus. In Thüringen wurden in den vergangenen zehn Jahren mit Unterstützung der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) mehrere Forschungs- und Pilotvorhaben zu Farbstoffpflanzen realisiert. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind publiziert und flossen in Forschungsberichte sowie in Empfehlungen zum Anbau und zur Verarbeitung von Färberpflanzen ein (Vetter 1997; Vetter et al. 1999; Wurl et al. 1999).

Der Aufwand und die Methoden des feldmäßigen Anbaus von Färberpflanzen sind vergleichbar mit den Verhältnissen bei Arznei- und Gewürzpflanzen. Bei beiden Gruppen bestehen ähnliche Probleme hinsichtlich der Bestandsetablierung, der Verfügbarkeit von Sorten, der Bereitstellung von Saat- und Pflanzgut, der Unkrautbekämpfung und der Ernte- und Aufbereitungstechnik. Viele dieser Maßnahmen sind noch nicht ausreichend entwickelt. Dennoch ist es möglich, einen Anbau von Färberknöterich, Färberwau, Goldrute, Färberhundskamille, Färberkrapp und Dost unter heimischen Bedingungen durchzuführen.

Absatzchancen

Naturfarbstoffe können ein eigenständiges Marktsegment neben den dominierenden synthetischen Farbstoffen einnehmen. Sie sollten nicht in Konkurrenz zu den billiger zu produzierenden synthetischen Farbstoffen, sondern als Ergänzung des bestehenden Farbstoffmarktes gesehen werden. Die Chancen von Naturfarbstoffen liegen vor allem dort, wo durch synthetische Farbstoffe toxikologische Effekte und ökologische Risiken bestehen. Die größten Chancen für die Anwendung und Vermarktung von Naturfarbstoffen liegen somit vor allem in ökologisch und gesundheitlich sensiblen Bereichen. Dazu zählen u. a. folgende Produktgruppen:

- Konfektionsbekleidung
- Industrietextilien
- Accessoires
- Kosmetikartikel (Hautkosmetik, Haarkosmetik)
- Kinderspielzeug
- Künstlerfarben
- Holzschutzmittel

Pflanzliche Farbstoffe haben gegenüber synthetischen Farbstoffen einige Nachteile (wie geringere Echtheit der Farben, geringere Farbauswahl und -intensität, stärkere Farbabweichungen), weshalb bei der Anwendung und Vermarktung bestimmte Zugeständnisse an die Qualität der naturgefärbten Artikel gemacht werden müssen.

Bestimmte Firmen in Deutschland haben sich speziell auf dieses Marktsegment spezialisiert und nutzen daher zur Herstellung ihrer Produkte ausschließlich Naturfarbstoffe, z. B. die LIVOS-Pflanzenchemie Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft GmbH & Co. KG und die HESS Naturtextilien aus Butzbach (Hessen).

Resümee

Pflanzliche Farbstoffe werden für Textilien, Lederartikel, Künstlerfarben, Kosmetika und andere Produkte verwendet. Vorteile sind eine geringere Allergenbelastung der Konsumenten sowie eine Reduktion der Gewässerbelastung bei der Textilfärbung. Für alle Farbtöne stehen Pflanzenarten zur Verfügung, die auch in Deutschland kultiviert werden können. Der Bedarf in Deutschland könnte, unabhängig von der ökonomischen Bewertung dieser Produkte, durch die einheimische Pflanzenproduktion gedeckt werden. Auf dem Gebiet der Farbstoffpflanzen wurden in den letzten 10 bis 15 Jahren intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt, in die auch die verarbeitenden Unternehmen mit einbezogen waren. In Deutschland existieren Unternehmen, die ihre Strategie auf die Verarbeitung von Naturfarbstoffen ausgerichtet haben. Die Anbauverfahren für Farbstoffpflanzen sind ähnlich zu bewerten wie bei Arznei- und Gewürzpflanzen (ähnlicher Aufwand, vergleichbare Methoden und ähnliche Ernte- und Aufbereitungstechnik). Es kann daher in Einzelfällen sinnvoll sein, die Erzeugung von Farbstoffpflanzen mit der Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen zu kombinieren. Die Anbaumethoden sind, trotz bestehender Mängel in der Verfügbarkeit von geeigneten Sorten und Pflanzenschutzmitteln, relativ gut entwickelt. Die Sorten und die Farbstoffbearbeitung sind zu verbessern. Gezielt sollte die Verbrauchernachfrage erhöht werden. Aus ökologischer Sicht kann die Kultivierung von Farbstoffpflanzen positiv eingeschätzt werden. Es handelt sich hierbei ausschließlich um dikotyle, meist blattreiche Pflanzen mit positiven Effekten auf die Bodenfruchtbarkeit. Bei Blütendrogen ist auch ein positiver Beitrag zur faunistischen Diversität zu erwarten. Eine Bereicherung der Kulturlandschaft durch Erhöhung der Artenvielfalt ist festzustellen.

7. Nutzpflanzen zur energetischen Verwertung

In Deutschland soll der Anteil der erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2010 verdoppelt werden, um die Treibhausgas- und Kohlendioxidemissionen deutlich zu senken. Biomasse als Energielieferant kann zu diesem Ziel einen wichtigen Beitrag leisten. Im Folgenden werden alternative Kulturpflanzen zur Verwendung als Gärsubstrat in Biogasanlagen und zur Erzeugung von biogenen Festbrennstoffen – also als speziell angebaute Energiepflanzen – diskutiert.

Zuckerhirse und Sudangras

Als aussichtsreiche alternative Energiepflanzen gelten u. a. Zuckerhirse *(Sorghum bicolor)* und Sudangras *(Sorghum sudanense)*. Sudangras und Zuckerhirse gewinnen insbesondere für den Einsatz in Biogasanlagen an Bedeutung. Speziell in Bayern und Österreich wird Sudangras seit einigen Jahren angebaut.

Der Zuckergehalt von Zuckerhirse liegt bei rund 8,8 Prozent Zucker in der Frischmasse. Nach der Ernte kann es jedoch, je nach Ernteverfahren und Lagerungsbedingungen, zu erheblichen Veratmungsverlusten kommen. Der nach der Zuckersaftgewinnung verbleibende Rest, die so genannte Bagasse, besteht hauptsächlich aus Cellulose, Hemicellulose und Lignin. Sie hat einen Wassergehalt von ca. 50 Prozent (Kaltschmitt/Hartmann 2001).

Sudangras ist wie der Mais eine sehr wärmeliebende Kulturart (C4-Pflanze). Da zu Beginn des Rispenschiebens eine rasche Verholzung der Pflanze einsetzt, sollte die Ernte spätestens in diesem Entwicklungsstadium erfolgen und das Grüngut möglichst fein gehäckselt werden, um eine optimale Gasausbeute zu erzielen. Das Häckselgut kann problemlos siliert werden, um eine kontinuierliche Belieferung des Fermenters zu ermöglichen (TFZ 2006). Die Heizwerte für Sudangras schwanken zwischen 16,3 und 17,4 MJ/kg (Duke 1983).

Der Anbau von Zuckerhirse und Sudangras ist, außer auf extrem tonigen oder sandigen, auf sehr unterschiedlichen Böden grundsätzlich möglich. Da Hirsen als wärmebedürftige Pflanzen gute Auflauf- und Wachstumsbedingungen benötigen, sind gut durchlüftete, gare Böden, die im Frühjahr rasch abtrocknen und nicht zur Verschlämmung neigen, am besten geeignet. Eine gleichmäßige Wasserversorgung fördert die Ertragsbildung.

Die vormals geringe Anbaueignung für Mitteleuropa konnte durch züchterische Bearbeitung erheblich verbessert werden. Bisher gibt es jedoch keine in Deutschland zugelassenen Hirsesorten, so dass auf Sorten anderer europäischer Ländern zurückgegriffen werden muss. Bei der Nutzung als Energiepflanze sind Kombinationen von Winterhafer und *Sorghum spp.,* Weizen und Mais oder auch Triticale möglich (Scheffer 1998; Schütte 1991).

Je nach Standort und Witterung sind Erträge von 10 bis 15 t Biotrockenmasse/ha erzielbar. Geht man von einem Ertrag von 10 t TM/ha aus, kann mit einer Produktion von 6 000 m³ Biogas gerechnet werden. Bei einem Anteil von 50 Prozent Methan im Biogas resultiert daraus ein Gesamtenergiegehalt von 30 000 kWh. Davon sind als Strom 10 500 kWh produzierbar. Bei einem Vergütungssatz von 0,10 Euro/kWh ergibt sich ein Erlös von 1 050 Euro/ha Sudangras (Blanke 2005). Zu den positiven Eigenschaften als Energiepflanze werden ein geringeres Risiko für Nährstoffauswaschung und Bodenerosion im Vergleich zu Mais, die Massenwüchsigkeit trotz sehr geringer Wasseransprüche sowie gute Fermentierungseigenschaften gezählt.

Miscanthus

Miscanthus (Miscanthus x giganteus) oder Chinaschilf ist eine mehrjährige Landschilfpflanze, die eine Wuchshöhe von bis zu 4 m erreicht. In Deutschland werden Anbau und Ernte seit etwa zehn Jahren erforscht. Die nach der Wachstumsperiode abgetrocknete oberirdische Biomasse kann als Brennstoff, der günstige energieträgerrelevante Eigenschaften aufweist, genutzt werden.

Wie alle C4-Pflanzen ist Miscanthus wärmeliebend, bringt aber auch in Gebieten mit Durchschnittstemperaturen von 7,5 °C gute Massenerträge, sofern die Wasserversorgung gleichmäßig ist. Je wärmer der Standort ist, desto früher beginnt der Austrieb und desto vollständiger findet die Rückverlagerung der Nährstoffe im Herbst aus den oberirdischen Sprossteilen in das Rhizom statt (Röhricht 2003).

Das Hauptanbauproblem in Nord- und Mitteldeutschland ist das Auftreten starker Auswinterungsverluste während des ersten Jahres; dies wird auf eine unzureichende Jungpflanzenentwicklung im ersten Jahr oder starke Fröste mit vorangegangenen Temperaturschwankungen zurückgeführt. Daher werden winterhärtere Genotypen von Miscanthus, deren Genom einen höheren Anteil von *Miscanthus sinensis* enthält, gezüchtet. Auch gefährden Spätfröste die jungen Triebe. Es werden dann zwar neue Triebe gebildet; dies führt jedoch zu einer erheblichen Schwächung und u. U. sogar zum Absterben der Pflanzen. Je früher die Fröste im Herbst beginnen, desto unvollständiger findet die Rückverlagerung von Nährstoffen in das Rhizom statt. Dies hat neben einem höheren Nährstoffentzug auch eine verminderte Brennstoffqualität (d. h. höherer Mineralstoff- und Aschegehalt) zur Folge (Kaltschmitt/Hartmann 2001; Röhricht 2003).

Die Anpflanzung ist ab Ende Mai bevorzugt in gepflügtem Boden durchzuführen, um den Unkrautdruck so gering wie möglich zu halten und den Jungpflanzen einen leicht durchwurzelbaren Boden mit guten Entwicklungsmöglichkeiten für das Rhizom zu bieten. Die Pflanzung kann beispielsweise mit teilautomatischen Pflanzmaschinen aus dem Gemüsebau durchgeführt werden (TFZ 2004). Miscanthus gedeiht auf den meisten Böden, sofern sie nicht zu Staunässe neigen. Jungpflanzen können sich im Anpflanzjahr besser auf leichten Böden etablieren, während auf schwereren Böden in den Folgejahren aufgrund der besseren Wasserversorgung das höhere Massenwachstum stattfindet.

Bisher sind noch keine nennenswerten Schäden durch Schädlinge und Krankheiten aufgetreten. Im Anpflanzjahr sind die Jungpflanzen noch wenig konkurrenzstark und durch Verunkrautung gefährdet. Eine mechanische oder chemische Unkrautbekämpfung ist deshalb im ersten Jahr unerlässlich. Bei schwach entwickelten Beständen kann eine Unkrautbekämpfung auch im zweiten Jahr empfehlenswert sein, jedoch ist sie spätestens ab dem dritten Standjahr nicht mehr notwendig.

Die Düngung orientiert sich an den Ertragserwartungen sowie an den je nach Standort unterschiedlichen Nährstoffgehalten in der abgeernteten Biomasse. Da Miscanthus durch das Rhizom ein Nährstoffpuffersystem und durch seine tiefen Wurzeln ein großes Nährstofferfassungsvermögen hat, ist die Düngung selten direkt ertragswirksam.

Das Ertragspotenzial ist in den beiden Etablierungsjahren gering und erreicht ab dem dritten Bestandsjahr sein Maximum. Die Erträge liegen je nach Standortbedingungen zwischen 15 und 25 t TM/ha. Dabei steigt die Ertragsfähigkeit im Wesentlichen mit der Gleichmäßigkeit der Wasserversorgung und der Durchwurzelbarkeit des Bodens. Die geschätzte Nutzungsdauer einer Miscanthuspflanzung beträgt rund 20 bis 25 Jahre.

Miscanthus ist wegen seiner geringen Wassergehalte sowie niedriger Asche-, Stickstoff-, Kalium- und Chlorgehalte durch vergleichsweise günstige Brennstoffeigenschaften gekennzeichnet. Miscanthus kann gehäckselt zum Verheizen genutzt werden, entweder als Beimischung von etwa 10 Prozent zu Holzhackschnitzel oder alleine in für Halmgut geeigneten Feststoffbrennern. Sein geringer Wasser- und Nährstoffverbrauch bedingen seine sehr effiziente Ressourcennutzung. Durch die tiefe Durchwurzelung kann es eventuell zum Angriff auf die Grundwasserreserven kommen. Die geringen Aufwendungen für den Pflanzenschutz sowie die langjährige Bodenruhe wirken sich auf die Fauna und die Bodenfruchtbarkeit günstig aus.

Trotz dieser günstigen Voraussetzungen findet Miscanthus in Deutschland, entgegen ursprünglich sehr hohen Erwartungen, als Energiepflanze kaum Akzeptanz. Dabei spielen Schwierigkeiten in der Bestandsetablierung, verbreitete Vorbehalte gegen Dauerkulturen und verfahrenstechnische Risiken in der Ernte zur Winterzeit eine vorrangige Rolle. Die Miscanthusanbaufläche in Deutschland wird für 2002 mit 139 ha angegeben. Viele Versuche aus den 1990er Jahren wurden eingestellt.

Pappel und Weide

Schnellwachsende Baumarten wie Pappeln *(Populus spp.)* und Weiden *(Salix spp.)* zeichnen sich dadurch aus, dass sie rasch viel Biomasse aufbauen. In so genannten Kurzumtriebsplantagen soll alle drei bis fünf Jahre geerntet und der Holzaufwuchs als Festbrennstoff energetisch genutzt werden.

Die schnellwachsenden Bäume bevorzugen nährstoffreiche Standorte mit ausreichender Wasserversorgung und benötigen viel Licht. Für den Anbau sind daher sandige, leichte Böden weniger geeignet. Weiden und Pappeln findet man deshalb häufig als Gehölze der Auenwälder und Ufergebüsche, denn sie dulden hoch stehendes Grundwasser. Sie vertragen kühlere Witterung und sind somit besonders geeignet für kühl-feuchte Regionen.

Als Ausgangsmaterial für die Pflanzung dienen 20 cm lange Stecklinge, die im Winter von einjährigen Trieben gewonnen werden. Die Etablierung der Pflanzung im ersten Jahr entscheidet maßgeblich über die Ertragsfähigkeit des Bestands. Gepflanzt wird meist für die maschinelle Ernte in Doppelreihen. Für die Pflanzung der ca. 18 000 Stecklinge/ha stehen Handpflanzmaschinen und Geräte, die ganze Triebe zerschneiden und direkt einpflanzen, zur Verfügung.

Da die Stecklinge im ersten Jahr sehr konkurrenzschwach sind, muss eine intensive Unkrautbekämpfung durchgeführt werden. Diese kann chemisch erfolgen. Ebenso sind mechanische Verfahren möglich (z. B. mehrmalige Bearbeitung mit dem Grubber, einer Zinkenegge oder einer Fräse). In den nachfolgenden Jahren ist in der Regel keine weitere Unkrautbekämpfung mehr erforderlich. Besonders im ersten Jahr kann bei Weiden häufig ein starker Wildverbiss stattfinden; deshalb kann in Waldnähe die Aufstellung eines Zauns notwendig werden. Weitere Schäden können durch Mäusefraß oder den Befall von Blattläusen, Weiden- bzw. Pappelblattkäfern und pilzlichen Schaderregern (z. B. Blattrost) verursacht werden. Eine Bekämpfung ist aber meist nicht notwendig.

Im ersten Jahr fördert eine Stickstoffdüngung vor allem das Unkrautwachstum und sollte daher unterbleiben. Ab dem zweiten Jahr, bzw. einem jährlichen Ertragszuwachs von ca. 10 t TM ist eine Düngung von 60 kg Stickstoff, 15 kg Phosphor, 35 kg Kalium, 18 kg Kalk und 3 kg Magnesium je ha und Jahr angebracht. Die Stickstoffdüngung wird jährlich ausgebracht, während die übrigen Nährstoffe im Zweijahresabstand oder jeweils nach der Ernte gegeben werden können. Für die Ausbringung der Dünger in hoch gewachsene Bestände werden Spezialmaschinen eingesetzt.

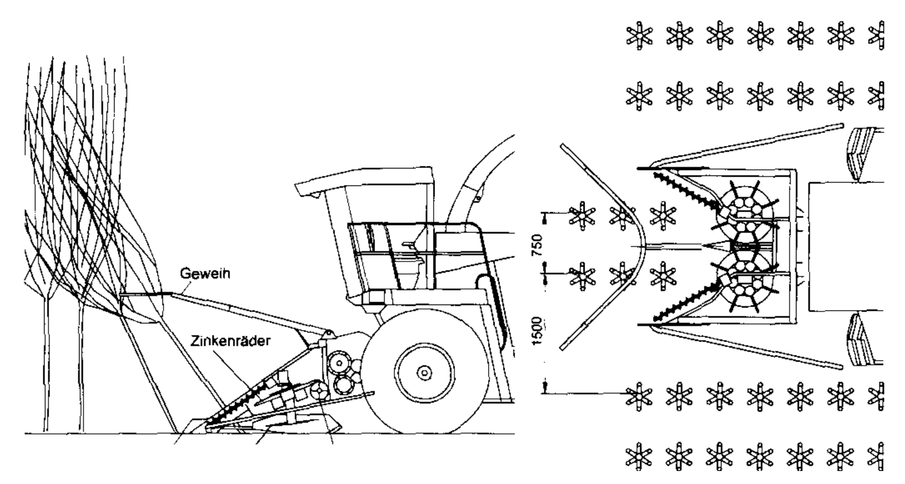
Die Ernte der aufgewachsenen Biomasse kann aller drei bis fünf Jahre im Januar und Februar erfolgen, wenn der Boden gefroren ist. Im Folgejahr treiben die Stöcke dann erneut aus, und der Bestand kann nach dem entsprechenden Zeitraum wieder geerntet werden. Die erwartbaren Erträge werden mit 5 bis 10 t/ha/Jahr für Weiden und mit 10 bis 15 t/ha/Jahr für Pappeln angegeben. Erfahrungen über die maximale Nutzungsdauer der Baumbestände fehlen bisher. Näherungsweise wird von einer 25- bis 30-jährigen Nutzung ausgegangen. Für die Ernte von Kurzumtriebsplantagen mit Pappeln oder Weiden lassen sich die Verfahren aus der konventionellen Forstwirtschaft aus Kostengründen nicht unmittelbar übertragen. Deshalb wurde die Entwicklung von Spezialmaschinen für die Energiewaldernte in Europa seit mehreren Jahren vorangetrieben. Die heute verfügbaren Ernteverfahren basieren auf modifizierten landwirtschaftlichen Erntemaschinen (Abb. 14), die zumindest als Prototypen zur Verfügung stehen und den Aufwuchs direkt zu Hackschnitzeln verarbeiten.

Hinsichtlich der ökologischen Wirkungen sind folgende Aspekte relevant: Insbesondere Pappeln können mit einem vergleichsweise geringen Düngereinsatz produziert werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand kann außerdem auf einen Pflanzenschutzmitteleinsatz verzichtet werden. Bei zunehmender Anbauausdehnung ist jedoch mit einem verstärkten Krankheits- und Schädlingsdruck zu rechnen. Ökologisch kritisch ist der hohe spezifische Wasserverbrauch, da bei zugleich tiefer Durchwurzelung des Bodens die Gefahr einer übermäßigen Grundwasserausschöpfung besteht. Die lange Bodenruhe wirkt sich dagegen positiv auf die Bodenfruchtbarkeit aus. Aufgrund der späten Ernte und der großen Abstände zwischen den Schnitten finden Wildtiere in den Beständen leicht Deckung und Vögeln wird das ungestörte Brüten ermöglicht. Der im Vergleich zu anderen Kulturpflanzen sehr hohe Aufwuchs könnte sowohl als störend für das Landschaftsbild als auch als eine Bereicherung empfunden werden. Untersuchungen zur Wirkung auf das Landschaftsbild liegen bisher nicht vor.

Kurzumtriebsplantagen (mit Weiden und Pappeln) werden bisher in Deutschland fast ausschließlich auf Versuchsflächen angebaut. Aufgrund des noch nicht ausgeschöpften Potenzials an Resthölzern (wie Waldrest-, Sägerest-, Altholz) besteht bisher kein ausreichender Bedarf für Kurzumtriebsplantagen. Weitere Hemmnisse sind die geringen Anbauerfahrungen und die mit der langfristigen Flächenbindung verbundenen Nachteile.

Abbildung 14

Vollernter für Holz aus Kurzumtriebsplantagen



Quelle: Hoffmann et al. 2005, S. 92, nach Kaltschmitt/Hartmann 2001

8. Zusammenfassende Bewertung

Allen behandelten alternativen Kulturpflanzen ist gemeinsam, dass sie nicht oder nur in geringem Umfang züchterisch bearbeitet sind. Dementsprechend haben diese Kulturpflanzen noch typische Wildpflanzeneigenschaften. Typische Eigenschaften der alternativen Kulturpflanzen sind daher:

- niedriges Ertragsniveau;
- geringe Ertragssicherheit, d. h. von Jahr zu Jahr treten in Abhängigkeit von der Witterung erhebliche Ertragsschwankungen auf;
- ungleichmäßige Abreife, die die Bestimmung eines optimalen Erntezeitpunktes erschwert (z. B. Rispenhirse, Buchweizen);
- hohe Ausfall- und Ernteverluste, wodurch das Ertragspotenzial nur teilweise ausgeschöpft wird (z. B. Buchweizen, Amarant);
- Verunkrautung nachfolgender Kulturen, durch ausgefallene Samen oder verbliebene Wurzelteile (z. B. Reismelde, Topinambur).

Hinzu kommt, dass gebietsfremde Pflanzen, wie die Pseudoceralien, Crambe und Saflor, an wärmere Anbauregionen angepasst sind. Dies wirkt sich insbesondere auf die benötigte Keimtemperatur und die Vegetationsdauer nachteilig aus. Insgesamt stehen in den meisten Fällen keine an deutsche Standorte angepassten Sorten zur Verfügung. Die züchterische Bearbeitung der alternativen Kulturpflanzen hinsichtlich einer Vielzahl von Zuchtzielen wird daher noch für längere Zeit einen sehr hohen Stellenwert behalten. In der Regel kann die Anbautechnik vergleichbarer Hauptkulturarten genutzt werden, so dass von dieser Seite keine wesentlichen Behinderungen vorliegen. Allerdings sind bisher die wissenschaftlichen und praktischen Kenntnisse über Anbausysteme begrenzt.

Insgesamt ist daher kurzfristig eine deutliche Ausweitung des Anbaus alternativer Kulturpflanzen nicht zu erwarten. Nur mittel- bis langfristig könnten sich die Chancen für alternative Kulturpflanzen erhöhen.

Ökonomische Aspekte und Nutzungsmöglichkeiten

Niedriges Ertragsniveau, fehlende standortangepasste Sorten, geringe züchterische Bearbeitung und verschiedene Anbaurisiken führen dazu, dass die alternativen Kulturpflanzen derzeit in Deutschland in der Regel nicht wirtschaftlich angebaut werden können.

Bei den alternativen Stärkepflanzen eröffnen sich insbesondere bei Rispenhirse und den Pseudocerealien Chancen als Surrogate für Getreideprodukte bei Menschen mit Zöliakie und Neurodermitis. Wenn Absatzmärkte über vertragliche Beziehungen gewährleistet werden, kann der Anbau in Einzelfällen lohnend sein.

Die diskutierten alternativen Zuckerpflanzen können aufgrund ihres Inulingehalts im Nahrungsmittelbereich als alternativer Süßstoff oder im industriellen Bereich für verschiedene Einsatzmöglichkeiten genutzt werden.

Unter den alternativen Ölpflanzen befinden sich sowohl Arten für eine industrielle Nutzung, wie Crambe aufgrund ihres Erucasäuregehalts und Leindotter aufgrund des Eicosen- und Linolensäuregehalts, als auch Arten für den Nahrungsmittelbereich, wie Saflor mit seinem hochwertigen „Distelöl“. Die Ölpflanzen Leindotter, Saflor und Crambe erweitern das Spektrum der chemisch-technischen Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen und können deshalb Erdölprodukte substituieren. Sie sind grundsätzlich für den Anbau in Deutschland geeignet, haben aber in der Regel noch keine ausreichende Wirtschaftlichkeit erreicht.

Die Arznei- und Gewürzpflanzen sind ein Beispiel, wie der Anbau alternativer Kulturen in den letzten Jahren erfolgreich ausgeweitet werden konnte. Unsichere Preise, stark schwankende Erträge, noch nicht ausgereifte Anbauverfahren (vor allem im ökologischen Landbau) und hohe Trocknungskosten stehen der weiteren Ausdehnung der inländischen Produktion oft noch entgegen. Dennoch stellt der Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen insbesondere für kleinere und mittlere Betriebe eine interessante Alternative dar. Dies gilt insbesondere dann, wenn vertragliche Regelungen dem Anbauer einen gesicherten Absatz zu garantierten Preisen bieten. Allgemein ist ein zunehmendes Interesse an pharmazeutischen und kosmetischen Produkten auf der Basis pflanzlicher Wirkstoffe festzustellen. Mit dem Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen kann auch auf den Trend reagiert werden, verstärkt Naturstoffe aus regionaler Produktion zur Medikation bzw. in der Küche einzusetzen.

Zu den Farbstoffpflanzen wurden in den letzten 10 bis 15 Jahren intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durchgeführt, in die auch die verarbeitenden Unternehmen mit einbezogen waren. Diese Arbeiten haben allerdings noch nicht zu einer deutlichen Steigerung des Färberpflanzenanbaus in Deutschland geführt. Die angesprochenen Färberpflanzen sind vor allem für Konsumenten mit allergischen Reaktionen auf synthetische Farben bedeutsam.

Der Anbau von Energiepflanzen wird mit einer Flächenprämie von 45 Euro und bei der Verstromung zusätzlich nach dem Energieeinspeisegesetz (EEG) gefördert. Damit können sie zur langfristigen Sicherung der landwirtschaftlichen Einkommen beitragen. Die meisten der besprochenen Energiepflanzen zeichnen sich durch schnelles Wachstum und Massenwüchsigkeit aus. Nur eingeschränkt kann der Energiepflanzenanbau die Agrobiodiversität bereichern. Pflanzen wie Leindotter – insbesondere beim Mischanbau – können besonders im ökologischen Landbau Alternativen zum Rapsanbau auf leichten Standorten darstellen.

Ökologische Aspekte

Die meisten behandelten Kulturpflanzen sind relativ anspruchslos und besonders zum Anbau auf leichteren Böden und zu Trockenheit neigenden Standorten geeignet. Sie lassen sich gut in die Fruchtfolgen integrieren und würden damit die Agrobiodiversität auf diesen Standorten erhöhen. Da die alternativen Kulturpflanzen auf abseh-

bare Zeit auf den ertragsstarken Standorten gegenüber den heute vorherrschenden Kulturpflanzen nicht konkurrenzfähig sein werden, können sie allerdings auf diesen, von der Intensivierung und Vereinfachung der Fruchtfolgen besonders betroffenen Standorten auch nicht zu einer höheren Agrobiodiversität beitragen.

Der Anbau von Heil- und Gewürzpflanzen stellt wegen der Kleinräumigkeit des Anbaus der jeweiligen Art einen besonders wertvollen Beitrag zur Erhöhung der Agrobiodiversität dar. Hier wird der Multiplikatoreffekt im Agrarökosystem besonders deutlich: Die Biodiversität wird nicht nur durch den Anbau unterschiedlicher Pflanzenarten bereichert, sondern als Blühpflanzen stellen diese für zahlreiche Insekten Attraktionsstandorte dar. Als Nischenproduktion ist der positive Effekt bezogen auf die Gesamtfläche allerdings gering. Problematisch können Amarant und Reismelde wegen ihrer Verwandtschaft mit Problemunkräutern sein. Hier gibt es noch nicht genügend Erfahrungen, um Aussagen z. B. zu Spätverunkrautungen und zu möglichen negativen Einflüssen auf die Biodiversität zu treffen.

Der Dünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz würde durch alternative Kulturpflanzen im Allgemeinen reduziert. Gerade im Hinblick auf die Kontrolle von Krankheiten und Schädlingen wird durch sie eine Ausweitung der Fruchtfolgen erreicht, die auch bei den Marktfrüchten den Pflanzenschutzmitteleinsatz senken könnte. Die Anspruchslosigkeit der alternativen Kulturpflanzen, ihr niedriges Ertragsniveau und die Vorzüglichkeit für ertragsschwache Standorte bedingen eine extensive Bewirtschaftung. In den Bereichen, wo nur über höhere Erträge eine Konkurrenzfähigkeit gegenüber etablierten Kulturpflanzen erreicht werden kann, würden allerdings Ertragssteigerungen auch zu einem intensiveren Anbau führen.

Da es sich bei den meisten hier vorgestellten Kulturpflanzen um sommerannuelle Kulturen handelt, die teilweise auch hohe Ansprüche an die Bodenbearbeitung stellen, können Risiken in der nachhaltigen Bodennutzung ausgelöst werden, die einer wissenschaftlichen Lösung bedürfen.

Bei Kulturpflanzen zur energetischen Verwendung führen die Wettbewerbssituation gegenüber fossilen Energieträgern und die bestehenden Rahmenbedingungen dazu, dass Wirtschaftlichkeit eher bei einer relativ intensiven Produktionsweise erzielt wird. Allerdings ist in der Regel ein geringerer Aufwand an Produktionsmitteln als in der Nahrungsmittelproduktion notwendig, da keine entsprechenden Qualitätsanforderungen erfüllt werden müssen. Das Problem der Transportkosten könnte zu einer stärkeren regionalen Konzentration einzelner Arten führen. Die ökologische Bewertung von Dauerkulturen wie Miscanthus und Kurzumtriebsplantagen (Pappeln, Weide) auf landwirtschaftlichen Flächen ist von den ökologischen „Opportunitätskosten“, also dem alternativen Flächeneinsatz abhängig. Auf intensiv genutzten Ackerböden dürften sich positive Effekte einstellen, wenn eine standortgerechte Pflanzenauswahl getroffen wird. Dagegen birgt eine Nutzung von Grenzstandorten einerseits die Gefahr einer irreversiblen Schädigung wertvoller Biotope (Rakos 1993), andererseits eröffnet sie bei entsprechenden Anbaumethoden die Chance einer durchaus auch ökologisch verträglichen Nutzung anstelle des Brachfallens.

Die Erfahrungen mit gebietsfremden Pflanzen sind noch nicht ausreichend. Das kann bedeuten, dass bei großflächigem Anbau der Pflanzenschutzmitteleinsatz höher wird als erwartet. Die bisherigen Erfahrungen bei sehr geringem Anbauumfang zeigten allerdings einen sehr geringen Pflanzenschutzmittelbedarf.

Entwicklungsstand und Perspektiven

Im Bestreben um eine gesunde Ernährung wurde in den letzten Jahren eine Reihe von alten Nutzpflanzen als Rohstofflieferant für Nahrungsmittel wiederentdeckt, darunter Hirsen und Buchweizen. Hinzu kamen Bemühungen um die Verbesserung der Agrobiodiversität durch den ökologischen Landbau. Ein gestiegenes Verbraucherinteresse zur alternativen Bekämpfung von Zöliakie und Neurodermitis löste neben der Wiederaufnahme des Buchweizenanbaus auch Anbauversuche mit zwei weiteren Pseudocerealien, dem Amarant und der Reismelde, aus.

Der Anbau der Kulturart Rispenhirse kann für ökologisch wirtschaftende Betriebe auf leichten Böden und zu Trockenheit neigenden Standorten eine interessante Alternative sein. Die steigende Nachfrage wird bisher fast vollständig durch den Import gedeckt. Ein verstärktes Interesse am Anbau fördern Forschung und Züchtung. Die züchterischen Bemühungen lassen Potenziale für geeignete, ertragstabile Sorten für den Anbau in Deutschland erkennen.

Dagegen ist die Nutzung von Amarant und Reismelde über das Versuchsstadium noch nicht hinausgekommen. Haupthemmnisse sind der hohe Temperaturanspruch und die lange Vegetationsperiode. Wenn sich ein wachsender Bedarf für Amarant und Reismelde in der menschlichen Ernährung oder als Industrierohstoff entwickelt, dann ist eine umfangreiche züchterische Bearbeitung notwendig. Neben der Anpassung an die Standortbedingungen sind dabei die technologischen Eigenschaften wie Korngröße und Druschfähigkeit der Pflanzen (gleichmäßige Abreife, Verminderung der Ernteverluste) zu verbessern.

Buchweizen kann sowohl im konventionellen als auch im diätetischen Nahrungsmittelbereich eingesetzt werden. Da er kein Klebereiweiß enthält, kann Buchweizen zur Produktion glutenfreier Diäterzeugnisse verwendet werden. Vorteilhaft sind auch die pflanzenbaulichen Vorteile des Buchweizens als Gesundungsfrucht in Furchtfolgen, insbesondere bei der Nematodenbekämpfung. Buchweizen gilt innerhalb der Europäischen Union als ausgleichsberechtigte Kulturpflanze. Sein Anbau als Körnerfrucht wurde bisher über die Getreidebeihilfe gefördert. Die Entkopplung der Flächenprämien durch die neueste Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU schafft hier also keine wesentliche Veränderung, so dass keine umfangreiche Ausdehnung des Anbaus zu erwarten ist.

Im Nahrungsmittelbereich kann die aus dem Inulin von Zichorie oder Topinambur gewonnene Fructose als Alter-

nativsüßstoff zur Saccharose eingesetzt werden. Auch im industriellen Bereich bestehen verschiedene Einsatzmöglichkeiten von Inulin, die noch an Bedeutung gewinnen dürften. Hierbei kann Inulin als Phosphatersatz in Waschmitteln eingesetzt werden. Bedeutsam ist auch die Anwendung des Inulins als Nährmedium für Mikroorganismen, die ihrerseits organische Säuren, Aminosäuren, Antibiotika und Vitamine produzieren. Weiterhin ist die biotechnologische Herstellung leicht abbaubarer Kunststoffe aus Inulin möglich. Aufgrund der hohen Ethanolausbeute ist Topinambur eine geeignete Pflanze für den Anbau nachwachsender Rohstoffe zur Ethanolerzeugung.

Im Bereich der Ölpflanzen hat sich in den vergangenen Jahren eine intensive Suche nach alternativen Nutzpflanzen entwickelt. Ursache dafür sind die Interessen der chemischen Industrie, Erdölderivate zu substituieren. Die bei der Ölgewinnung dominierenden Pflanzenarten Raps und Öllein weisen Fettsäuremuster auf, die den Anforderungen der verarbeitenden Industrie nicht immer entsprechen.

Crambe wurde bereits in den 1950er und 1960er Jahren in der DDR angebaut. Im Mittelpunkt ihrer Nutzung steht heute die Verwertung in der Oleochemie. Das Öl weist ca. 50 Prozent Erucasäure auf. Erucasäure ist ein vielseitiger Industriegrundstoff als Weichmacher für Kunststoffe, zur Schmierölherstellung, zur Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse, zur Papierherstellung und als Schaumbremser in Waschmitteln. Außerdem wird Erucasäure für chemische Prozesse der Erdölförderung verwendet. Crambe ist allerdings als Sommerölpflanze dem Winterraps in der Ölproduktion pro Fläche unterlegen. Außerdem bestehen bei Crambe Anbaurisiken beispielsweise durch Ertragsschwankungen und Verunkrautung.

Leindotter ist wegen seines hohen Ölgehalts im Samen interessant. Das Öl findet vorrangig im Non-Food-Bereich Anwendung. Das Leindotteröl wird zur Herstellung von Lakken und Farben verarbeitet und lässt sich weiterhin zur Herstellung von kosmetischen Ölen, Cremes, Lotionen und Seifen nutzen. Außerdem eignet es sich bedingt als Kraftstoff für pflanzenöltaugliche Motoren. Leindotteröl kann auch zu Biodiesel (Methylester) verarbeitet werden. Eine Verwendung als Speiseöl ist ebenfalls möglich und hat derzeit die Bedeutung eines Nischenprodukts. Unterschiedliche Einschätzungen liegen zur Verwendbarkeit des Presskuchens in der Tierfütterung vor. Während bei Schweinen und Geflügel gesundheitliche Beeinträchtigungen der Masttiere festgestellt wurden, haben Untersuchungen in der Milchviehfütterung keine Probleme gezeigt. Bisher wird der Presskuchen noch als unerwünschter Stoff in Mischfuttermitteln eingestuft. Durch den Anbau von Leindotter im Mischanbau kann zur Erhöhung der Agrobiodiversität beigetragen werden, besonders auf leichten Böden und in Ökobetrieben. Dort sind sichere, wenn auch niedrige Erträge zu verzeichnen. Der Presskuchen ist auch energetisch in Biogasanlagen nutzbar.

Sudangras und Zuckerhirse gewinnen als Energiepflanzen in Deutschland an Bedeutung, insbesondere für den Einsatz in Biogasanlagen. Positiv bewertet wird bei der energetischen Nutzung vor allem das im Vergleich zu Mais deutlich geringere Risiko für Nährstoffauswaschung und Bodenerosion. Weitere Vorteile sind die geringeren Wasseransprüche und die guten Fermentierungseigenschaften. Speziell in Bayern und Österreich wird Sudangras seit einigen Jahren erfolgreich als Nutzpflanze für die Verwendung in Biogasanlagen angebaut.

Miscanthus verfügt über vergleichsweise günstige Brennstoffeigenschaften. Sein geringer Wasser- und Nährstoffverbrauch bedingen eine sehr effiziente Ressourcennutzung. Die geringen Aufwendungen für den Pflanzenschutz sowie die langjährige Bodenruhe wirken sich auf die Fauna und die Bodenfruchtbarkeit günstig aus. Zu den positiven ökologischen Aspekten zählt außerdem, dass die hohen Bestände, die auch über den Winter auf dem Feld verbleiben, verschiedenen Tieren Schutz bieten. Trotz dieser günstigen Voraussetzungen findet Miscanthus in Deutschland, entgegen ursprünglich sehr hohen Erwartungen, als Energiepflanze kaum Akzeptanz. Dabei spielen Schwierigkeiten in der Bestandsetablierung, verbreitete Vorbehalte gegen Dauerkulturen und verfahrenstechnische Risiken in der Ernte zur Winterzeit eine vorrangige Rolle.

Kurzumtriebsplantagen mit Pappeln und Weiden liefern hohe Biomasseerträge. Insbesondere Pappeln können mit einem vergleichsweise geringen Düngereinsatz produziert werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand kann außerdem auf einen Pflanzenschutzmitteleinsatz verzichtet werden. Bei zunehmender Anbauausdehnung ist jedoch mit einem verstärkten Krankheits- und Schädlingsdruck zu rechnen. Die lange Bodenruhe wirkt sich positiv auf die Bodenfruchtbarkeit aus. Der im Vergleich zu anderen Kulturpflanzen sehr hohe Aufwuchs könnte sowohl als störend für das Landschaftsbild als auch als eine Bereicherung empfunden werden. Untersuchungen zur Wirkung auf das Landschaftsbild liegen bisher nicht vor. Die Ernte der Kurzumtriebsplantagen erfordert eine gesonderte Erntetechnik. Energieholzplantagen erfordern daher eine grundlegende Produktionsumstellung.

IV. Alternative Anbauverfahren

Als alternative Anbauverfahren (Kap. II.3) werden im folgenden Mischanbau, spezielle Reihenkulturen und Mulchverfahren behandelt. Anbauverfahren wie die pfluglose Bodenbearbeitung, die mittlerweile als Standardverfahren bereits etabliert sind, werden nicht behandelt.

1. Mischanbau

Grundlagen des Mischanbaus

Die Standortansprüche der Gemengepartner können gleich oder auch unterschiedlich sein. Partner mit gleichen Ansprüchen an die Bodenqualität reagieren in der Regel auch gleichsinnig auf die Witterungseinflüsse. Sollten sie sich auch in anderen Eigenschaften sehr ähnlich sein, dürften sie Reinsaaten, besonders bei intensiver Bestandsführung, unterlegen sein. Partner mit ungleichen Bodenansprüchen reagieren auf entscheidende Witte-

rungsfaktoren differenziert. So können Extremwerte abgefangen werden bzw. nur an einem Partner Ertragsbeeinträchtigungen auftreten. In diesem Fall sind Gemische Reinsaaten potenziell überlegen.

Bei unterschiedlichen Anforderungen an die Saatbettqualität und Aussaat sind Kompromisslösungen erforderlich, wenn andere Eigenschaften der Partner für einen Mischfruchtanbau sprechen. Die Bodenbearbeitung bereitet keine Probleme, wenn die Ansprüche der Partner gleich sind. Bestehen jedoch zwischen dem Saatgut der Mischungspartner im Tausendkorngewicht erhebliche Unterschiede und kann zusätzlich die Gefahr der Entmischung auftreten, sind getrennte Saatkästen, Leitungen und Schare, die gegebenenfalls auch eine unterschiedlich tiefe Kornablage garantieren, notwendig.

Die Saatzeit sollte nach Möglichkeit für beide Partner gleich sein. Dieses Erfordernis hat einen arbeitswirtschaftlichen Grund. Sollten z. B. erhebliche Unterschiede in der Keimtemperatur oder in der Frostgefährdung bestehen, ist zwangsläufig ein zweiter Arbeitsgang erforderlich. Es ist möglich, die spätere Aussaat des zweiten oder dritten Partners mit einer mechanischen Pflegemaßnahme zu verbinden, wie dies im ökologischen Landbau die Regel ist.

Große Unterschiede im Entwicklungsrhythmus der Partner können nicht nur die Pflegearbeiten während der Vegetationszeit erheblich beeinträchtigen, sondern auch zur Unterdrückung des anderen Mischungspartners führen. Der sich „wehrende“ Partner wirkt dann wie ein Unkraut, ist Konkurrent um Wasser, Licht und Nährstoffen und bedingt so einen niedrigeren Ertrag.

Bei näher verwandten Arten besteht die Gefahr, dass Krankheiten und Schädlinge bei den Mischungspartnern gleiche Schäden hervorrufen. Um diesen Schadwirkungen zu begegnen, sollte grundsätzlich auf unterschiedliche Arten orientiert werden, denn gerade der Mischanbau zum Schutz vor Krankheiten und Schädlingen ist von weitreichender Bedeutung. Das gilt sowohl für den konventionellen als auch für den ökologischen Landbau.

Die gleichzeitige optimale Reife ist das wichtigste Kriterium. Es ist eine Gesetzmäßigkeit, dass Pflanzen, die in einer Gesellschaft zusammen leben, sich auch gegenseitig anpassen. Diese Anpassung ist aber begrenzt, auch hinsichtlich der Reife. Aus praktischer Sicht besteht noch die Möglichkeit, mit Hilfe von Sorten unterschiedlicher Reife zu variieren, so z. B. von einer frühen Art eine späte Sorte und von einer späten Art eine frühe Sorte zur Partnerschaft auszuwählen, um den Gemengebestand zum gleichen Zeitpunkt ernten zu können.

Durch Mischanbau sollte ein höherer Ertrag als durch den Reinanbau erzielt werden. Die Literaturauswertung zeigte, dass ohne Berücksichtigung des Standortes dieses Ziel nicht erreicht wird. Reinsaaten mit einer hochleistungsfähigen Sorte, deren spezifische Ertragsstruktur bekannt ist und deren Ertragskomponenten durch die N-Düngung gezielt beeinflusst werden, bei gleichzeitigem Schutz vor Schaderregern und Unkräutern, erreichen deutlich höhere Erträge als Gemenge. Anders ist dies im ökologischen Landbau. Hier wirken sich die Gemenge aus unterschiedlichen Gründen oftmals ertragssteigernd aus. Die Regel ist, dass die Summe der Erträge beider Partner die Ertragsüberlegenheit ausmacht, auch wenn die jeweiligen Partner im Ertrag der Reinsaat unterlegen sind. Auf Böden, auf welchen die Ertragsbildung sehr stark von den Witterungsbedingungen, insbesondere von den Niederschlägen, abhängt, werden durch den Mischanbau häufig höhere Erträge als mit Reinsaat erzielt. Allerdings zeigt sich durch den Züchtungsfortschritt eine fallende Tendenz.

Die Ertragsstabilität steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Ertragshöhe. Größere Ertragsschwankungen treten dann auf, wenn die standortspezifischen Anforderungen einer Feldfrucht nicht voll befriedigt werden können. Meist wird auch durch die Reinsaat mit einer anspruchsloseren Sorte nicht die erforderliche Ertragsstabilität erreicht. Gemenge aus verschiedenen Arten mit sehr unterschiedlichen Bodenansprüchen können vorhandene Standorteinflüsse ausgleichen und eine höhere Ertragsstabilität erreichen. Auf diese Weise lassen sich ertragsschwache Standorte auch für leistungsfähigere Arten mit höheren Ansprüchen erschließen. Die höchsten Ertragsschwankungen treten auf Sandböden auf, da hier der Wasserfaktor sehr schnell ins Minimum gerät und die Ertragsbildung stark eingrenzt. Obgleich durch die Züchtung beachtliche Erfolge bei der Reduzierung des spezifischen Wasserbedarfs je kg Trockensubstanzbildung erreicht wurden, erweisen sich noch heute auf extremen Standorten Gemenge als ertragssicherer. Dabei bestehen jedoch zwischen den Feldfrüchten erhebliche Unterschiede.

In der Unkrautunterdrückung sind bei richtiger Partnerwahl Gemenge den Reinsaaten deutlich überlegen. Das trifft besonders dort zu, wo unter die Deckfrucht eine Grünpflanze direkt mit dem Ziel der Unkrautunterdrückung ausgesät wird. Ein Beispiel dafür wäre die Aussaat von Perserklee zwischen die Reihen des Winterrapses. Die Mechanismen der Unkrautunterdrückung sind sehr vielfältig. Wie die gegenseitige Beeinflussung von Unkräutern und Körnerfruchtgemengen im Einzelnen erfolgt, ist nicht bekannt. Beobachtungen in der Praxis belegen, dass Menggetreide auf Sandböden die Unkräuter besser unterdrückt als Reinsaaten. Das dürfte auf die dichteren Bestände und ihre Folgen zurückzuführen sein.

Auch die mögliche Minderung von Krankheiten spricht für den Mischanbau. Da viele Krankheiten artspezifisch sind, kann davon ausgegangen werden, dass nicht alle Pflanzen eines Gemenges befallen und in der Ertragsbildung beeinträchtigt werden. Auch die Ausbreitung einer Krankheit vollzieht sich langsamer und weniger intensiv als in einer Reinsaat, wo sich die genetisch gleichen Pflanzen direkt berühren und sich auf diese Weise sehr schnell infizieren. Die Partnerpflanzen werden nicht nur weniger häufig befallen, sondern sie verhindern auch die Ausbreitung der Erreger. Das dürfte ein wesentlicher Grund für die Ertragsüberlegenheit von Gemischen gegenüber Reinsaaten sein. Dieser Effekt wird bereits im ökologischen Landbau genutzt, da er mit Ausnahme der

zeitlichen und räumlichen Fruchtfolgegestaltung wohl die einzige Möglichkeit ist, Pilzkrankheiten zu vermindern. Aber auch Resistenzen haben in diesem Zusammenhang eine Bedeutung. Das gilt besonders für die Gemische einer Art aus Sorten mit unterschiedlichen Resistenzen, wie vor allem aus dem konventionellen Anbau bekannt ist. Auch im konventionellen Landbau kann so zur stärkeren Ökologisierung der Produktion beigetragen werden.

Die Reduzierung tierischer Schädlinge im Zusammenhang mit dem Mischanbau wird sehr unterschiedlich bewertet. Es ist nicht generell so, dass im Mischfruchtanbau weniger Schädlinge auftreten. Ihre Ausbreitung hängt von deren Spezialisierung ab. Das trifft z. B. für Blattläuse, Drahtwürmer und artspezifische Insekten (z. B. Rapsstängelrüssler) zu, die an bestimmte Wirtspflanzen gebunden sind. Fehlen im Gemisch diese Wirtspflanzen, werden nur Teile des Gemenges geschädigt und der Ertrag ist höher als der der Reinsaat. Das trifft aber nur dann zu, wenn keine Insektizide eingesetzt werden. Im konventionellen Anbau wird außerdem noch durch Herbizide, Wachstumsregler und Stickstoff (u. a. Nährstoffe) die Ertragsbildung erhöht. Die dadurch erzielte Ertragserhöhung beläuft sich auf fast 100 Prozent. Allerdings ist die Ertragssteigerung mit Kosten und stets mit einer möglichen Umweltbelastung verbunden.

Mischanbau verschiedener Getreidearten

Gemenge von Getreidearten waren früher stark verbreitet. Vor 30 Jahren wurden in der Bundesrepublik Deutschland noch 6 Prozent der Getreidefläche mit Menggetreide bestellt; in der DDR waren es, bedingt durch den höheren Anteil sandiger Böden, sogar 8 Prozent. Auf leichten Böden kommt hauptsächlich Sommermenggetreide in Frage. Nahezu klassisch sind auf Sandböden die Gemenge aus Hafer und Gerste. Bei äußerst geringer Ertragsfähigkeit von grundwasserfernen Sandböden hat man zum Zweiergemisch noch als dritte Komponente Sommerroggen zugefügt. In der Regel übertrafen die Gemenge die jeweilige Reinsaat auf den Sandböden (exemplarische Versuchsergebnisse in Tab. 17).

Tabelle 17

Ertragsvergleich Hafer, Sommerroggen und Menggetreide

Varianten	relativer Ertrag
Hafer	100
Sommerroggen	107
Hafer (50 %) und Sommerroggen	111
Hafer (70 %) und Sommerroggen	106

Quelle: Makowski 2004, S. 6, nach Schröder/Schölzel 1964

Der Vorteil des Menggetreides besteht nur auf den ertragsschwachen Böden. Wichtig war stets, einen optimalen Erntetermin für das Gemenge zu erreichen. In der Regel wurden späte Gersten- und frühe Hafersorten gewählt. Auch mit der Saatstärke der Mischungspartner konnte man sich den Standortbedingungen besser anpassen. Generell gilt: Je leichter der Boden, desto mehr muss sich das Mischungsverhältnis zu Gunsten des Roggens verschieben.

Wintermenggetreide war weniger verbreitet. Auf nicht sicheren Weizenstandorten im Bergland kamen Gemische aus Weizen und Roggen als so genannter „Mischling“ oder „Weizkorn“ zum Anbau. Nach den vorliegenden Einschätzungen war dieses Menggetreide ertragssicherer, standfester und ertragreicher als Weizen in Reinsaat.

Ein wesentliches Problem des Mischgetreides besteht in der Verwertung. Das Druschgut eignet sich nur als Futtergetreide. Eine Trennung in die einzelnen Komponenten ist kosten- und zeitaufwendig und somit für den Marktfruchtbetrieb nicht vertretbar. Durch den Züchtungsfortschritt hinsichtlich der Standortansprüche dürfte bei den neueren Sorten die Ertragsdifferenz zwischen Reinsaat und Menggetreide heute deutlich geringer sein. Eine Quantifizierung ist nicht möglich, da aktuelle Ergebnisse zu dieser Frage nicht vorliegen. Geht man jedoch begründet davon aus, dass Menggetreide weniger durch Krankheiten belastet wird, hat es in begrenztem Maße auch noch heute Anbauberechtigung. Das trifft aber nur für ökologisch wirtschaftende Betriebe auf ausgesprochen ertragsschwachen Standorten (Az < 23) und Verwertung des Menggetreides in der eigenen Tierhaltung zu.

Mischanbau von Getreide und Leguminosen

Gemenge von Getreide mit Hülsenfrüchten sind durchaus vorteilhaft, da die Leguminosen häufig eine Stützfrucht benötigen. Das trifft besonders für Erbsen und Wicken zu. Der Mischanbau dieser Feldfrüchte kann Vorteile im Schutz vor Schädlingen und Krankheiten und auch hinsichtlich der Trocknung bieten.

Der Mischanbau von Hafer und Ackerbohnen war besonders auf den besseren Böden in Norddeutschland verbreitet. Er resultierte einerseits aus der späten Abreife und erschwerten Trocknung der Ackerbohnen auf dem Feld und andererseits aus dem Ziel, zusätzlich Saatgut für den Zwischenfruchtanbau ohne weiteren Aufwand zu erzeugen. Es eigneten sich für diese Form des Mischfruchtanbaues auch Sommergerste und Sommerweizen. Hafer fand eine besonders umfangreiche Anwendung, weil er in der Reife den Ackerbohnen zeitlich nahe steht. Ein wesentlicher Grund für den Mischanbau von Hafer und Bohnen war, unter feuchten Klimabedingungen qualitativ hochwertige Bohnen zu ernten. Die Trocknung auf dem Feld in Puppen, Stiegen oder Hocken gemeinsam mit Hafer vollzog sich schneller und sicherer als im Reinanbau. Die Vorteilhaftigkeit dieses Mischanbaus war also an das historische Ernteverfahren Bindermahd gebunden.

Die zweite Form des Mischanbaus von Hafer und Ackerbohnen besteht im „Einspritzen“. Das Einspritzverfahren

ist eine Saatmethode, mit der durch eine geringe Zumischung von Hülsenfruchtarten in Hafer (aber auch andere Sommergetreidearten) eine zusätzliche Erzeugung von Leguminosensaatgut erfolgen kann, ohne den Getreideertrag zu beeinträchtigen. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass keine zusätzlichen Flächen und Aufwendungen für die Saatguterzeugung notwendig sind. Insgesamt ist zu sagen, dass der Mischanbau von Ackerbohnen und Hafer an eine veraltete Technologie gebunden und damit heute nicht mehr praktikabel ist. Das gilt sowohl für den ökologischen als auch für den konventionellen Landbau.

Der Mischanbau von Roggen und Wicken war in der Vergangenheit weit verbreitet. In Betracht kamen die Saatwicke, die ausgesprochen kurzlebig ist, die Zottelwicke und die Pannosische Wicke. Größte Bedeutung hatte die Zottelwicke, insbesondere im Gemisch mit Inkarnatklee und Welschem Weidelgras als „Landsberger Gemenge“ und mit Roggen als „Wickroggen“. Für die Körnergewinnung empfiehlt sich das „Einspritzen“ zu Winterroggen. Im Gegensatz zum Gemisch Ackerbohnen/Hafer kann das Gemisch Roggen/Wicken noch heute Bedeutung haben. Wicken haben im Gegensatz zu anderen Leguminosen, ähnlich der Sojabohne, eine relativ hohe Selbstverträglichkeit und stellen, bedingt durch die N-Fixierung, eine ausgezeichnete Vorfrucht dar. Das gilt in besonderem Maße für den ökologischen Landbau. Für die Einordnung in die Fruchtfolge empfiehlt sich eine Stellung nach Getreide. Das gilt sowohl für die Samenerzeugung als auch für die Grünnutzung. Nach der Grünnutzung sollte ein Zweitfruchtanbau erfolgen. Das bereitet in viehhaltenden Betrieben keine Probleme. Im ökologisch wirtschaftenden Betrieb ohne Tierhaltung bieten sich in der Zweitfruchtstellung verschiedene Gemüsearten an.

Das Gemisch aus Hafer und Erbsen war vor dem Vorhandensein der halbblattlosen Erbsen weit verbreitet. Es diente der guten Erntbarkeit der Erbsen, die sich am Hafer hochrankten. Die Ergebnisse aus den 40er Jahren des vorangegangenen Jahrhunderts belegen eindeutig den Ertragsvorteil von Mischungen aus Erbsen und Hafer. Bei der Umsetzung in die Praxis gab es allerdings auch Probleme. Das Gemisch hat den Nachteil, dass die Unterschiede in der Reife der Partner relativ hoch sind und nicht selten der Hafer seine Stützfunktion nicht erfüllen kann. Letzteres tritt besonders dann ein, wenn der Haferanteil in der Mischung zu gering ist. Andererseits werden bei hohen Haferanteilen die Erbsen häufig unterdrückt. Durch die schwer regulierbare Bestandsdichte ist das Gemisch mit einem gewissen Risiko belastet und somit der Ertrag der Erbsen unsicher. Das Gemisch Hafer/Erbsen hat heute nur im ökologischen Anbau eine geringe Bedeutung. Anders dürfte es bei der Erweiterung dieses Zweifruchtgemisches zu einem Mehrfruchtgemisch sein.

Mischanbau von Leguminosen

Ackerbohnen und Erbsen werden höhere Ertragsschwankungen nachgesagt als anderen Mähdruschfrüchten. Ackerbohnen büßen in Jahren mit wenigen Niederschlägen Ertrag ein. Ist jedoch ausreichend Feuchtigkeit vorhanden, überzeugen sie mit hohen Ernteerträgen. Dagegen kommt es bei Futtererbsen in Jahren mit hohen Niederschlagsmengen oft zu Ernteproblemen. Im Gegensatz zu Bohnen erzielt man mit Erbsen aber in trockenen Jahren hohe Erträge.

Die Erbsensorten, die zu Beginn der 1990er Jahre verfügbar waren, hatten eine aus heutiger Sicht mangelnde Standfestigkeit und ließen sich darum oft schlecht ernten. Das führte zu Überlegungen, ob und wie durch eine Stützfrucht die Standfestigkeit der Erbsenbestände und damit ihre Erntbarkeit und Ertragssicherheit verbessert werden können. Nach Sauermann und Gronow (2002) verspricht Mischanbau von Ackerbohnen und Futtererbsen eine höhere Ertragssicherheit als Reinsaat. Die Mischung zeigt eine bessere Anpassungsfähigkeit. Körnerleguminosen lassen sich dadurch sicherer anbauen.

Zum Gemisch aus Erbsen und Lupinen liegen verallgemeinerungsfähige neue Ergebnisse nicht vor. Durch das massenhafte Auftreten der Anthraknose, welches zum völligen Zusammenbruch der Gelben Lupine führte, ging es zunächst darum, die entstandene Lücke durch die Blaue Lupine zu schließen. Der erzielte Fortschritt in der Erbsenzüchtung bewirkte in den letzten Jahren, dass verstärkt Erbsen auf Standorten angebaut wurden, die bisher dem Anbau von Lupinen vorbehalten waren. Untersuchungen auf Sandböden mit Ackerzahlen unter 20 im westlichen Teil Mecklenburgs ergaben sogar eine Ertragsdifferenz von fast 9 dt/ha zu Gunsten der Erbsen. Erbsen verfügen über ein höheres, genetisch bedingtes Ertragspotenzial als Lupinen. Sie sind jedoch nicht so trockentolerant und stärker von der Niederschlagsmenge und -verteilung abhängig. Die Ertragsüberlegenheit in den durchgeführten Produktionsexperimenten resultiert aus der guten Wasserversorgung (> 650 mm). Um nicht nur höhere, sondern auch verlässlich stabilere Erträge zu erreichen, bietet sich ein Gemenge aus Erbsen und Lupinen an. Wichtigste Voraussetzung ist, durch die Sortenwahl den Erntezeitpunkt für das Gemisch zu optimieren.

Mischanbau von Getreide und Ölfrüchten

Unmittelbar nach Ende des 2. Weltkrieges versuchte man, von der Flächeneinheit ohne Einsatz von Intensivierungsfaktoren einen möglichst hohen verwertbaren Ertrag zu erreichen. Das war der Anlass dafür, Wintergerste gemeinsam mit Raps anzubauen. Hierbei stand die zusätzliche Gewinnung von Öl für Speisezwecke im Vordergrund. In den Jahren 1954 bis 1957 wurden die Bedeutung und Anbauberechtigung derartiger Gemenge überprüft. Schwankende Erträge, höherer Arbeitsaufwand und andere Faktoren führten dazu, dass vom Reinanbau des Winterrapses oder der Wintergerste nicht abgegangen wurde. Auch für den ökologischen Landbau kommt dieser Mischfruchtanbau nicht in Betracht, wie neuere Experimente belegen.

Auf der Suche nach nachwachsenden Rohstoffen ist Leindotter *(Camelina sativa)* Anfang der 1980er Jahre in Deutschland und Europa wieder interessant geworden (Kap. III.3). Sowohl die Anbautechnik als auch die Zusammensetzung der Fettsäuren ergaben berechtigte Hoff-

nungen für eine zukünftige Verwertung der anspruchslosen Pflanze.

Erste Experimente zum Mischanbau von Leindotter und Sommergerste wurden 1996 auf Feldern von bayerischen Öko-Landwirten und auf Versuchsfeldern in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt. In ersten Exaktversuchen in Rostock-Biestow (1996) erwies sich, dass durch die Beisaat von Leindotter der Sommergerstenertrag nicht beeinträchtigt wurde. Auch im Mittel der nachfolgenden Jahre erwiesen sich die Mischvarianten den Reinsaaten ertragsüberlegen. Auf der Basis der Sommergersten-Leindotter-Versuche wurden in Bayern (Kramerbräu-Naturlandhof Pfaffenhofen) Produktionsexperimente mit Sommerweizen angelegt (Tab. 18).

In allen Jahren war der Mischanbau von Sommerweizen und Leindotter dem Reinanbau von Sommerweizen überlegen. Im Mittel wurden zusätzlich 3,4 dt/ha Leindottersaat geerntet. Die daraus gewinnbare Ölmenge reicht aus, um den Treibstoffbedarf für eine Fläche von etwa 1,3 ha Getreide (Bodenbearbeitung, Bestellung, Pflege und Ernte) zu decken.

Von vergleichbarer Attraktivität erwies sich der Mischanbau von Erbsen und Leindotter. Durch den erzielten Züchtungsfortschritt bei Erbsen ist es heute möglich, diese auch auf Grenzstandorten anzubauen. Allerdings ist auf den Sandböden weiterhin mit den standorttypischen Ertragsschwankungen zu rechnen. Um diese herabzusetzen, bietet sich der Mischanbau mit Leindotter an. In ausgesprochen trockenen Jahren kompensiert Leindotter die Ertragsausfälle bei Erbsen. In Produktionsexperimenten einiger konventionell wirtschaftender Sandbodenbetriebe Mecklenburg-Vorpommerns übertrafen die Erbsenerträge im Mischfruchtanbau die Lupinenerträge um etwa das Doppelte, außerdem waren die Flächenleistungen der Mähdrescher um 20 Prozent höher und die Trocknungskosten deutlich niedriger (Tab. 19).

Tabelle 18

Erträge bei Reinsaat und Mischsaat von Sommerweizen und Leindotter, Produktionsexperimente 1999/2004 (Kramerbräu, Pfaffenhofen)

	Ertrag (dt/ha)			
Jahr	**S-Weizen**	**S-Weizen/Leindotter**		**Mischsaat ges.**
1999	36,7	38,0	1,1	39,1
2000	26,1	25,2	4,1	29,3
2001	32,0	30,2	4,6	34,8
2002	21,7	29,9	2,0	31,9
2003	45,6	44,0	7,0	51,0
2004	–	39,7	1,3	41,0

Quelle: Makowski 2004, S. 20

Tabelle 19

Erträge von Leguminosen- und Mischanbau in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg bei Ackerzahlen unter 20

Ertrag (dt/ha)			
Erbsen	**Lupinen**	**Erbsen/Leindotter**	**Erbsen plus Leindotter**
21,8	22,0	22,1/7,0	29,1
25,4	14,1	21,7/2,2	23,9
28,2	12,6	30,1/–	30,1

Quelle: Makowski 2004, S. 21

Der Mischanbau von Erbsen und Leindotter hat in Gebieten mit Niederschlägen über 700 mm jährlich besondere Bedeutung, wie aus den mehrjährigen Produktionsexperimenten der Öko-Betriebes in Pfaffenhofen hervorgeht. Vor Einführung dieses Anbauverfahrens stand der Betrieb aufgrund der großen Ertragsunsicherheit im Erbsenanbau vor der Entscheidung, diesen aufzugeben. Nur durch den Mischfruchtanbau war es möglich, den Erbsenanbau als eine wesentliche Grundlage für die ökologische Wirtschaftsweise des Betriebes aufrecht zu erhalten.

Leindotter ist ein wirksamer „Unkraut- und Ungrashemmer“. Aufgrund der höheren Pflanzenzahlen pro m^2 und der starken Lichtreduzierung war der Mischfruchtbestand nahezu unkrautfrei, während die Reinsaat einen hohen Unkrautbesatz aufwies. Leindotter ist außerdem als Stützfrucht geeignet. Während der in Reinsaat ausgebrachte Erbsenbestand bereits Ende Juni zusammenbrach, verstärkt durch die starken Niederschläge kurz vor der Ernte, dagegen fungierte der Leindotter in der Mischsaat als Stützfrucht. Bis zur Ernte blieb der gesamte Mischbestand stehen. Der Mähdrusch konnte in der Mischsaat mit einer ähnlichen Schlagkraft durchgeführt werden wie bei Getreide. Zudem können bei einem stehenden und unkrautarmen Erbsenbestand der Erntetermin nach dem Feuchtegehalt der Erbsen bestimmt und somit die Trocknungskosten minimiert werden.

Neben den Zweiermischungen ist auch ein Mischanbau mit mehr als zwei Mischungspartnern (z. B. Erbse, Hafer und Leindotter) möglich.

Mischanbau verschiedener Sorten einer Art

Sortenmischungen bei Braugerste, die im Zeitraum 1980 bis 1983 intensiv geprüft wurden und 1988 in der DDR einen Umfang von 74 Prozent der Braugerstenfläche einnahmen, sind beispielhaft für den Mischanbau verschiedener Sorten einer Art. Das Prinzip besteht darin, Sorten mit unterschiedlichen Resistenzeigenschaften zu einer polyresistenten Sortenmischung zusammenzuführen. Der Vorteil von Sortenmischungen besteht:

– in höheren Erträgen von 0,4 bis 3,3 dt/ha, wenn sich die Sortenmischung aus den ertragsstärksten Sorten zusammensetzt;
– in der Erhöhung des Vollgerstenanteils um 1,3 bis 17,4 Prozent;
– in der Verringerung des Pilzbefalls um 32 bis 45 Prozent;
– im geringeren Bedarf an Fungiziden und in niedrigeren Verfahrens- und Mittelkosten;
– in der reduzierten Umweltbelastung.

Im ökologischen Landbau sind Sortenmischungen die einzige Möglichkeit, dem Befall durch pilzliche Schaderreger zu begegnen. Ihre Anwendung kann zur bewussten Ökologisierung des konventionellen Landbaus beitragen.

Aus der Sicht der Verarbeiter (Mälzer, Brauer) gibt es indes Bedenken. Es wird über Probleme im Brauprozess (Abläutern, Gärung, Filtration) und auch in der Lagerung berichtet, weil die Sorten sich in ihren Inhaltsstoffen und in ihrer Physiologie unterscheiden. Andererseits kann der Eiweißgehalt unterschiedlicher Herkünfte (Anbaugebiete) einer Sorte größere Differenzen aufweisen als die zwischen zwei verschiedenen Sorten. Sortenreinheit als Kriterium wird damit überbewertet. Es besteht Untersuchungsbedarf bei beiden Partnern (Landwirt/Verarbeiter).

2. Spezielle Reihenkulturen

Konzept „Weite Reihe“

Das Konzept der „weiten Reihe“ ist in der Praxis des ökologischen Landbaus entwickelt worden (TAB 2004). Die limitierte N-Verfügbarkeit führt verbreitet zu geringen Rohproteingehalten und dadurch zu einer unzureichenden Backqualität beim Weizen. Um das begrenzte Angebot an Stickstoff im Boden für die Einzelpflanze besser zu nutzen, wird statt eines Reihenabstands von 12 cm auf eine Reihenweite von 24 bis 50 cm gedrillt. Die geringere Pflanzendichte ermöglicht eine bessere Ausnutzung des im Boden verfügbaren Stickstoffs und verbessert somit den Rohproteingehalt des Weizenkorns beträchtlich.

Das Bestellsystem „Weite Reihe“ kann mit den herkömmlichen Drillmaschinen durchgeführt werden. Die Saatgutmenge kann auf 50 Prozent reduziert werden, ohne dass sich signifikante Ertragseinbußen ausmachen lassen. Erprobte Varianten des Verfahrens sind:

– Weite-Reihe-System ohne Untersaat in Gebieten mit Vorsommertrockenheit,
– Weite-Reihe-System mit einer Untersaat mit und ohne Mulchen und
– Hügelkultursystem mit dem Scharhäufler.

Nachteilige Verfahrensmerkmale können sein:

– unter bestimmten Umständen geringere Erträge durch niedrige Bestandsdichte,
– Erhöhung der Erosionsgefahr, sofern auf Untersaaten verzichtet wird,
– bei reiner Getreidefruchtfolge mit Leguminosenuntersaaten können bei kurzem Wechsel zwischen Umbruch und Neueinsaat Probleme durch allelopathische Effekte auftreten.

Auf die Notwendigkeit der betriebsindividuellen, standortangepassten Ausgestaltung des Verfahrens wird in allen Veröffentlichungen verwiesen. Eine Ausweitung des Weite-Reihe-Systems auf andere Fruchtarten erscheint möglich. Hierzu besteht Forschungsbedarf.

Anbausystem „row intercropping“

In diesem Anbausystem erfolgt der Anbau zweier Partner in jeweils abwechselnden Reihen (Abb. 15). Diese Form der Aussaat kann bei getrennter Ernte der Mischungspartner zu Schwierigkeiten in der Mechanisierung führen, wenn die Reihenabstände nicht ausreichend sind (Franke 1995). Häufig wird das Anbausystem aber auch als „relay planting“ eingesetzt, wenn eine Zweitkultur zwischen die Reihen der fast erntereifen Vorkultur gesät wird (s. u.). Beispiele liefern hierfür die Anbausysteme für Mais mit Bohnen *(Phaseolus spp.)* oder Sesam *(Sesamum indicum),* wie sie aus Mittelamerika bekannt sind.

Abbildung 15



Row intercropping von Mais und Soja in China



Quelle: http://www1.scau.edu.cn/zyhjxy/mcknight/progress.htm

Anbausystem „strip intercropping“

Abgeleitet aus dem Anbau zweier Mischungspartner in abwechselnden Reihen erfolgt in diesem System der Anbau der einzelnen Partner in breiteren Streifen, die meist bereits eine getrennte und mechanisierte Ernte der Mischungspartner gestatten (Abb. 16). Bekannte Kombinationen in diesem System sind Maniok und Mais für tropische Standorte. Eine Kombination von Kartoffel und Mais ließe sich auch für gemäßigte Klimabereiche etablieren. Eine spezielle Form des Streifenanbaus stellt die Kombination von Ackerbaukulturen und Dauergrünland in hängigen Gebieten dar, wobei die Grünlandstreifen, quer zum Hang angelegt und zur Grünfutter- oder Heubereitung genutzt, das oberirdisch abfließende Wasser bremsen sollen, um Erosion zu vermeiden.

Abbildung 16



Strip intercropping mit Mais, Soja, Hafer in Corvallis/Oregon (USA)



Quelle: http://oregonstate.edu/dept/ncs/photos/strip.jpg

Anbausystem „relay planting“

Dieses Anbausystem ist durch die spätere Einsaat eines zweiten Mischungspartners in die bereits entwickelte oder abreifende Erstfrucht gekennzeichnet (Abb. 17). Verwendet werden solche Nutzpflanzenarten, die auch bei Beschattung keimen können (u. a. Saat von großkörnigen Leguminosen wie Soja oder *Phaseolus*-Bohnen in Weizen- oder Maisbeständen), oder solche Arten, die in der Lage sind, die Restbodenfeuchte nach der Hauptfrucht zu nutzen (Saat von Sesam in erntereife Maisbestände. In Deutschland ist dieses Anbausystem u. a. bei der Aussaat von *Sorghum*-Hirsen zur Energiepflanzennutzung erprobt und als geeignet bewertet worden (Scheffer 1998; Schütte 1991).

Anbausystem „alley cropping“

„Alley cropping“ bezeichnet ein Agroforst-System. In diesem Anbauverfahren werden landwirtschaftliche Kulturen mit mehrjährigen Gehölzen verbunden (Abb. 18). Die Einbindung der Gehölze kann, je nach Standort, dabei mehrere Ziele verfolgen. Als sehr ursprüngliches Ziel lässt sich der Schutz vor Winderosion und das Unterbrechen der landwirtschaftlichen Bestände durch Windschutzhecken nennen. An besonders windexponierten Standorten in Deutschland existieren seit Jahrhunderten Windschutzhecken. Einen interessanten Ansatz stellen neue Versuche mit „alley cropping“ im Rahmen von Rekultivierungsmaßnahmen bei Bergbaufolgelandschaften in der Lausitz dar. Hier werden Pappeln, Weiden und Robinien als schnell wachsende Hölzer angebaut. Als positiv wird der zusätzliche Nährstoffeffekt der Robinien durch die symbiontische N-Bindung hervorgehoben (Hüttl 2001).

Neben dem Erosionsschutz fördern Windschutzstreifen die Biodiversität und schaffen neue Habitate für Flora und Fauna. Die verwendeten Gehölze sind häufig Obst- oder Nussarten (Schlehe, Sanddorn, Haselnuss u. a.), deren Früchte für die menschliche Ernährung genutzt werden können. Innerhalb von Weidenutzungssystemen können die angepflanzten Gehölzarten auch als Viehfutter oder Schattenbäume dienen. Erfahrungen aus traditionellen Anbausystemen der Tropen zeigen, dass mehrjährige Gehölze auch zur Aufnahme von Nährstoffen aus tieferen Bodenschichten (als so genannte Nährstoffpumpe) genutzt werden können, die über den biologischen Zyklus der Gehölze dem gesamten Agrarökosystem verfügbar gemacht werden (Müller-Sämann/Kotschi 1994).

Abbildung 17


Relay intercropping – Einsaat von Soja in Weizen



Quelle: http://cropwatch.unl.edu/photos/cwphoto/crop04-26relay1x.jpg

Abbildung 18

Alley cropping



Quelle: http://www.ncga.com/conservation/images/Alley.jpg

Für Europa liegen in diesem Jahr erste Ergebnisse aus dem europäischen Agroforst-Projekt SAFE (Silvoarable Agroforestry For Europe) vor (http://www.montpellier.inra.fr/safe/).

3. Mulchverfahren

In Mulchverfahren wird die Bodenoberfläche vollständig oder teilweise mit organischen Reststoffen (Ernterückstände, Laub oder Torf, abgestorbene oder abgetötete Zwischenfrüchte) bedeckt. Darüber hinaus wird auch der Einsatz von speziellen Geotextilien oder Folien, meist biologisch abbaubar, als Mulch bezeichnet. Primäres Ziel der Mulchverfahren ist es, die Erosionsgefährdung der landwirtschaftlichen Flächen zu reduzieren. Darüber hinaus werden weitere Effekte bei der Schonung des Wasservorrats im Boden, der Verringerung des Unkrautdruckes und bei der Regulierung der Bodentemperatur sowie der Aktivierung des Bodenlebens (Meso- und Mikrofauna) erreicht.

Mulchsaatverfahren sind mit einer reduzierten, nicht wendenden Bodenbearbeitung verbunden. Diese Verfahren mit einer oberflächigen Einarbeitung oder dem Belassen von Ernterückständen auf dem Boden haben sich auf vielen Standorten in Deutschland, dank der Bereitstellung leistungsfähiger Bestelltechnik und der Verfügbarkeit von wirksamen Herbiziden zur verbesserten Unkrautkontrolle in diesen Systemen, bereits als Standardverfahren durchgesetzt. Aus diesem Verfahren ergeben sich arbeitswirtschaftliche Vorteile und eine Reduzierung des Dieselkraftstoffaufwandes. Mulchsaatverfahren können heute bei fast allen landwirtschaftlichen Kulturen eingesetzt werden.

Als Feuchtmulch wird eine Bedeckung des Bodens mit Rest- oder Altholz, das durch eine thermomechanische Heißextrusion gewonnen wird, bezeichnet. Dem Material können verschiedene Zuschlagsstoffe wie Tonmineralien oder Düngestoffe beigemengt werden, die auf die speziellen Bedürfnisse der Anwender zugeschnitten sind (Hoffmann 1999). Im ökologischen Gemüseanbau konnten mit diesem Verfahren bereits deutliche Verbesserungen im Ertrag und in der Qualität des Erntegutes nachgewiesen werden.

4. Zusammenfassende Bewertung

Der Begriff Mischanbau bezeichnet den gleichzeitigen Anbau mehrerer Arten (ggf. auch mehrerer Sorten einer gleichen Art) auf demselben Feld mit unterschiedlichem Kontakt zwischen den Mischungspartnern. Der gemeinsame Anbau unterschiedlicher Pflanzenarten entspricht wesentlich mehr der Vielfalt natürlicher Vegetationsdecken als Reinbestände. Der Mischanbau stellt ein traditionelles Anbauverfahren dar, dessen Vorteile vor allem in der Ertragsstabilität und in der Ressourcenschonung liegen. Die positiven Effekte des Mischanbaus bestimmen sich aus dem Konkurrenzverhalten der Mischungspartner. Je deutlicher die gegenseitige Förderung ist, desto größer sind auch die Vorteile.

Als positive Wirkungen des Mischanbaus werden die folgenden Effekte genannt:

- Verminderung des Anbaurisikos, wenn sich die Mischungspartner in ihrer Stresstoleranz und Krankheitsgefährdung wesentlich unterscheiden;
- Nutzung von Ergänzungswirkungen (z. B. Stützfrucht);
- Steigerung in der Nutzung der Sonneneinstrahlung durch vergrößerten Blattflächenindex;
- Förderung der Unkrautunterdrückung durch stärkere Beschattung der Bodenoberfläche;
- Verbesserung in der Ausnutzung des Standortes durch Unterschiede im Bestandsaufbau und die Wurzelsystem der Mischungspartner;
- Erhöhung des Gesamtertrags je Flächeneinheit bei geringerem Ertrag der einzelnen Mischungspartner;
- Erhöhung der Ertragssicherheit auf Grenzstandorten;
- Verringerung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln.

Der Mischanbau birgt aber auch eine Reihe von Risiken:

- höherer technischer Aufwand bei der Aussaat und Ernte;
- Effizienzverlust insbesondere beim Einsatz von Stickstoffdüngern durch unterschiedliche Ansprüche der Mischungspartner an Zeitpunkt und Höhe der Gabe;
- Erschwernisse bei der Bekämpfung von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern durch unterschiedliche Sensibilität der Mischungspartner gegenüber den ausgebrachten Mitteln;
- Steigerung des Arbeitszeitaufwandes je Flächeneinheit;
- Steigerung des Aufwandes in den Nachernteprozessen zur Reinigung, Separierung und Trocknung des Erntegutes.

Der Züchtungsfortschritt und die hohe Effizienz der Produktionsfaktoren (Düngung, Pflanzenschutzmittel) haben die Vorteile des Mischanbaus stark reduziert und so den Mischanbau zu Gunsten des Reinanbaus weitgehend aus der konventionellen Landwirtschaft verdrängt. Dessen ungeachtet rechtfertigen wissenschaftliche Untersuchungen und praktische Erfahrungen in den zurückliegenden Jahrzehnten die Schlussfolgerung, dass der Mischanbau von Körnerfrüchten zur stärkeren Ökologisierung der konventionellen Agrarproduktion beitragen könnte. Der Beitrag besteht besonders in der Möglichkeit, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren.

Im ökologischen Landbau stellt der Mischanbau eine Produktionsmethode zur Reduzierung von pilzlichen und tierischen Schaderregern und zur Regulierung unerwünschter Wildpflanzen (Unkräuter) dar. Allerdings fehlt es bei den Aussagen zum Pflanzenschutz noch an wissenschaftlichen Belegen. Mischanbau kann zur Wirtschaftlichkeit im ökologischen Anbau beitragen. Besondere Bedeutung

kommt dem Mischfruchtanbau auf den Grenzstandorten der einzelnen Körnerfrüchte zu. Hier trägt er durch Erweiterung der Artenvielfalt wesentlich zur Stabilisierung der Pflanzenproduktion bei. Mit dem Mischanbau ergeben sich auch neue Produktionsalternativen, wenn z. B. die Nahrungs- oder Futtermittelproduktion mit der Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen kombiniert wird. Der Mischanbau von Leguminosen oder Getreide mit Leindotter ist dafür ein Beispiel. Diese Form der Produktion von nachwachsenden Rohstoffen hat den Vorteil, dass sie auch auf ertragsschwachen Standorten ohne Beeinträchtigung der Humusbilanz erfolgen kann.

Das im ökologischen Landbau entwickelte Konzept der „Weiten Reihe“ ist ein Beispiel für eine spezielle Reihenkultur. Die limitierte N-Verfügbarkeit führt verbreitet zu geringen Rohproteingehalten und dadurch zu einer unzureichenden Backqualität beim Weizen. Als Problemlösung werden eine Vergrößerung des Reihenabstands auf bis zu 50 cm, eine Verminderung der Saatstärke und ein Übergang zur Unkrautregulierung mit der Maschinenhacke praktiziert.

Reihenkulturen wie „row intercropping“, „strip intercropping“ und „relay planting“ spielen besonders unter den klimatischen Verhältnissen in Entwicklungsländer eine wichtige Rolle und dienen dem Erosionsschutz und der besseren Nährstoffnutzung. Sie erhöhen gleichzeitig die Agrobiodiversität. Schon aus arbeitswirtschaftlichen Gründen ist eine Übertragung auf die deutschen Verhältnisse schwierig. Systeme des „relay planting“ wie Untersaaten bzw. Einsaaten werden teilweise in Deutschland genutzt, um Erosionsschutz und Nährstoffbindung zu erreichen.

„Alley cropping“ bezeichnet ein Anbauverfahren, das die Verbindung von landwirtschaftlichen Kulturen mit mehrjährigen Gehölzen als Agroforst-System darstellt. An besonders windexponierten Standorten in Deutschland existieren seit Jahrhunderten Windschutzhecken. Neben dem Erosionsschutz fördern Windschutzstreifen die Biodiversität und schaffen neue Habitate für Flora und Fauna. Die verwendeten Gehölze sind häufig Obst- oder Nussarten (Schlehe, Sanddorn, Haselnuss u. a.), deren Früchte für die menschliche Ernährung genutzt werden können. Innerhalb von Weidenutzungssystemen können die angepflanzten Gehölzarten auch als Viehfutter oder Schattenbäume dienen.

Mulchverfahren beinhalten die vollständige oder teilweise Bedeckung der Bodenoberfläche mit organischen Reststoffen. Primäres Ziel der Mulchverfahren ist es, die Erosionsgefährdung der landwirtschaftlichen Flächen zu reduzieren. Darüber hinaus werden weitere Effekte bei der Schonung des Wasservorrats im Boden, der Verringerung des Unkrautdruckes und bei der Regulierung der Bodentemperatur sowie der Aktivierung des Bodenlebens erreicht. Mulchen wird meist mit Verfahren der reduzierten, nicht wendenden Bodenbearbeitung und der direkten Aussaat verbunden. Oberflächiges Einarbeiten oder Belassen von Ernterückständen auf dem Boden haben sich auf vielen Standorten in Deutschland bereits bewährt, auch durch die Verfügbarkeit wirksamer Herbizide zur verbesserten Unkrautkontrolle in diesen Systemen. Arbeitswirtschaftliche Vorteile und die Reduzierung des Dieselkraftstoffaufwandes gelten als Hauptvorteile. Mulchsaatverfahren können heute bei fast allen landwirtschaftlichen Kulturen eingesetzt werden.

V. Handlungsmöglichkeiten

Aufbauend auf den vorhergehenden Analysen werden im Folgenden einige Handlungsmöglichkeiten abgeleitet. Diese gehen von der Voraussetzung aus, dass eine verstärkte Nutzung von alternativen Kulturpflanzen und Anbauverfahren angestrebt wird, um einen Beitrag zu einer höheren Agrobiodiversität zu leisten und neue Absatzchancen für die Landwirtschaft zu erschließen.

Züchtung

Die geringe züchterische Bearbeitung und die dadurch bedingten Wildpflanzeneigenschaften der diskutierten alternativen Kulturpflanzen sind als ein zentraler Problembereich herausgearbeitet worden. Daraus folgt, dass der Züchtungsforschung und Züchtung bei den alternativen Kulturpflanzen ein zentraler Stellenwert zukommt.

Züchtungsarbeiten zu alternativen Kulturpflanzen, wie die Arbeiten an der Universität Gießen zu Leindotter, stellen die Ausnahme dar. Eine verstärkte Züchtung bei alternativen Kulturpflanzen wäre wünschenswert. Die Züchtung alternativer Kulturpflanzen stellt eine mittel- bis längerfristige Aufgabe dar, die erhebliche Investitionen erfordert, erst bei der Etablierung von leistungsfähigen Sorten bzw. deutlich verbesserten Sorten Einnahmen verspricht und auf absehbare Zeit nur einen begrenzten Markt erwarten lässt. Deshalb handelt es sich um eine Aufgabe der öffentlichen Forschung, und es bedarf der finanziellen Unterstützung privater Züchter.

Züchtungsziele für alternative Kulturpflanzen aus den behandelten Pflanzengruppen könnten beispielsweise sein:

– Züchtung auf Ertragssicherheit bei Leindotter,
– Veränderung der Fettsäuremuster bei Leindotter,
– Erhöhung des Fasergehalts in der Fasernessel,
– Selektion auf größere Samenkörner bei Amarant, Reismelde und Leindotter,
– Züchtung von Sorten mit verminderter Ausfallneigung der Samen bei Amarant und Reismelde.

Die Züchtung alternativer Kulturpflanzen könnte insbesondere dann Fortschritte machen, wenn es zu koordinierten Aktivitäten von Instituten für Pflanzenzüchtung an den Hochschulen, der Bundesanstalt für Züchtungsforschung (BAZ), dem Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK Gatersleben), den entsprechenden Landesinstitutionen zur Pflanzenzüchtung und privaten Züchtungsunternehmen kommt.

Verbundforschung

Forschungsaktivitäten zu alternativen Kulturpflanzen und Anbauverfahren haben bisher keinen hohen Stellenwert.

Forschungsbedarf wird insbesondere zur Systematisierung der vorhandenen Kenntnisstände, zur Anbauerprobung alternativer Kulturpflanzen auf verschiedenen Standorten und zur Weiterentwicklung ihrer Anbautechnik sowie zur Überprüfung und Weiterentwicklung von Anbauverfahren gesehen. Erkenntnisse, die unter konkreten Anbaubedingungen von Praktikern oder mittels „on-farm research" gefunden wurden, sollten gebündelt und ausgewertet werden. Technische Lösungen, die vielfach individuell auf Betriebsebene entstanden sind, sollten aufgegriffen werden.

Verbundprojekte zu alternativen Anbauverfahren sollten sich u. a. auf den Mischanbau konzentrieren und Untersuchungen zu biologischen Grundlagen von Mischbeständen, zur Verbesserung der Bestandsführung, zur Optimierung der Ernte, zur Wirtschaftlichkeit und zu den ökologischen Auswirkungen integrieren. Forschungs-, Erprobungs- und Demonstrationsvorhaben sollten kombiniert werden. Es sollten Fragestellungen des Mischanbaus sowohl in der konventionellen Landwirtschaft als auch im ökologischen Landbau bearbeitet werden.

Bei den alternativen Kulturpflanzen gibt es Beispiele für erfolgreiche Verbundprojekte über die gesamte Produktionskette, wie beispielsweise die Projekte der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) zu Färberpflanzen und zu Arzneipflanzen. Vergleichbare Aktivitäten für Verwendungen als Nahrungsmittel fehlen bisher. In Verbundprojekten zu alternativen Kulturpflanzen für den Nahrungsmittelbereich sollten Fragen der Züchtung, des Anbaus, der Verarbeitung, der Vermarktung und der Nutzung der Nahrungsmittel gemeinsam bearbeitet werden. Dabei wären Akteure aus Züchtung, Landwirtschaft, Verarbeitung und Nahrungsmittelherstellung einzubeziehen.

Produktionssysteme der Industrieländer stellen ein Vorbild für Entwicklungsländer dar. Der Wissens- und Technologietransfer läuft in der Regel von den entwickelten Ländern zu den Entwicklungsländern. Im Hinblick auf Nachhaltigkeit könnten regionalspezifische Ansätze in Anbaumethoden und Wahl der Kulturpflanzen in Deutschland ein anderes Vorbild als moderne Hochtechnologien sein. Spezielle Reihenkulturen könnten sogar ein Beispiel sein, wie umgekehrt von Entwicklungsländern gelernt werden könnte. Dazu sollte als erstes eine Potenzialabschätzung durchgeführt werden, um die Übertragungsmöglichkeiten auf deutsche Verhältnisse zu überprüfen.

Forschung und Förderung zu nachwachsenden Rohstoffen

Die Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe spielt in Deutschland seit einigen Jahren eine wichtige Rolle. In diesem Zusammenhang sind auch wiederholt Projekte zu alternativen Kulturpflanzen durchgeführt worden. Diese Aktivitäten sollten fortgeführt werden, insbesondere zu stofflichen Verwendungen. Dabei sollte an den Dialog zur stofflichen Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen, den das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) mit der chemischen Industrie führt (Bundesregierung 2005, S. 44), angeknüpft werden.

Erhaltung und nachhaltige Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen

Das „Nationale Fachprogramm für Genetische Ressourcen landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Kulturpflanzen" ist die Grundlage für die langfristige Erhaltung und Nutzung, Forschung und Entwicklung genetischer Ressourcen im Bereich landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Kulturpflanzen sowie von Wildpflanzen in Deutschland. Dieses Programm wurde unter Leitung des BMELV von einer Arbeitsgruppe aus Vertretern von Bund und Ländern, Universitäten, Ressortforschung und Verbänden erarbeitet und von der Agrarministerkonferenz im März 2002 in Bad Nauheim verabschiedet (BMVEL 2002a u. b).

Die Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen wird in einem integrativen Ansatz unter Nutzung von In-situ-Erhaltung, On-Farm-Bewirtschaftung und Ex-situ-Erhaltung angestrebt. Hinsichtlich der Nutzung stehen zwei Ansätze im Vordergrund:

– die Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für moderne Sorten, insbesondere der Hauptkulturarten,

– die On-farm-Bewirtschaftung von alten Kulturarten und Landsorten.

Im ersten Ansatz soll die Vielfalt pflanzengenetischer Ressourcen durch Charakterisierung, Evaluierung, Dokumentation und züchterische Erschließung verstärkt für moderne Sorten – insbesondere der Hauptkulturarten – nutzbar gemacht werden (BMVEL 2002a, S. 5). Beispiele hierfür sind die Nutzung von Wildmaterial und Landsorten als wichtige Quelle für Resistenzgene. So geht das Mehltauresistenzgen Pm5, das viele aktuelle Weizensorten enthalten, auf einen asiatischen Stamm des Emmers *(Triticum dicoccon)* zurück. Gerstensorten, die gegen das Gerstenvergilbungsvirus resistent sind, wurden durch Einkreuzen von Landsorten aus Ostasien gewonnen (BMVEL 2002b, S. 19).

Beim zweiten Ansatz ist das Netzwerk von Kulturpflanzeninitiativen KERN hauptsächlich im Bereich gärtnerischer Kulturpflanzenarten aktiv. Ergänzend gibt es einzelne Initiativen zur On-Farm-Bewirtschaftung alter landwirtschaftlicher Kulturarten und -sorten, insbesondere im ökologischen Landbau. Hauptziel dieser Aktivitäten ist, die traditionellen pflanzengenetischen Ressourcen im Anbau gleichzeitig zu erhalten und wirtschaftlich zu nutzen.

Eine dritte, auszubauende Säule könnte sein, die Kulturartenvielfalt als Diversifizierungspotenzial für die Landbewirtschaftung zu nutzen. Dieser Ansatz ist im Nationalen Fachprogramm angesprochen (BMVEL 2002a, S. 32). Damit geht es hauptsächlich um die Gewichtung und die Umsetzung entsprechender Maßnahmen, wie die Förderung längerfristiger Züchtungsprojekte für bisher züchterisch vernachlässigte Kulturpflanzen. Mit der züchterischen Weiterentwicklung von alternativen Kulturpflanzen zu leistungsfähigen Sorten, die dann eine grö-

ßere Kulturartenvielfalt in der Pflanzenproduktion ermöglichen, könnte ein Beitrag zu einer höheren Agrobiodiversität geleistet werden.

Die Richtlinie des BMELV zur Förderung von Modell- und Demonstrationsvorhaben im Bereich der Erhaltung und innovativen nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt sieht u. a. die „Entwicklung innovativer Produkte und Verfahren auf der Basis genetischer Ressourcen für eine unter wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Gesichtspunkten nachhaltige Nutzung“ vor. Dies könnte ein Ort sein, Projekte zur Nutzung alternativer Kulturpflanzen zu fördern.

Agrarpolitische Rahmenbedingungen

Die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union ist mit dem Luxemburger Beschluss vom 26. Juni 2003 ein weiteres Mal reformiert worden. Nach einer protektionistischen Preispolitik als zentrales Element der GAP in den 1970er und 1980er Jahren wurden mit den Reformen von 1992 und der Agenda 2000 die Preisstützungen reduziert und im Gegenzug Direktzahlungen zum Ausgleich von Einkommensverlusten eingeführt bzw. erhöht (Flächenzahlungen und Tierprämien). Die Europäische Kommission hatte nach ihrer Halbzeitbewertung der Agenda 2000 (vom Juli 2002) konkrete Vorschläge für eine weitere Reform der GAP im Januar 2003 vorgelegt. Vorgeschlagen wurden im Wesentlichen eine Entkopplung der Direktzahlungen von der Produktion, der weitere Abbau der Markt- und Preisstützung sowie eine Stärkung der Politik für den ländlichen Raum. Der Rat der Europäischen Union ist mit seinen Beschlüssen zur Reform der Agrarpolitik vom Juni 2003 den Kommissionsvorschlägen in weiten Teilen gefolgt. Allerdings sind die Beschlüsse weniger weitreichend als die Vorschläge ausgefallen. Zudem wurden den Mitgliedstaaten zahlreiche Wahlmöglichkeiten bei der Ausgestaltung des agrarpolitischen Prämiensystems eröffnet (Wissenschaftlicher Beirat 2004).

Die Umsetzung in deutsches Recht (u. a. Artikelgesetz zur Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik vom 21. Juli 2004) erfolgte im Jahr 2004, die Reform trat zu wesentlichen Teilen 2005 in Kraft (Bundesregierung 2005). Im Folgenden wird diskutiert, was diese neuen agrarpolitischen Rahmenbedingungen für die Chancen alternativer Kulturpflanzen und Anbauverfahren bedeuten.

Im Mittelpunkt der Reformbeschlüsse steht die Entkopplung des größten Teils der bislang als Flächen- oder Tierprämien gewährten Direktzahlungen von der landwirtschaftlichen Produktion. Damit wird die einkommensstützende Wirkung der Direktzahlungen von der landwirtschaftlichen Erzeugung auf den Landwirt verlagert (BMVEL 2005, S. 13 f.). Die Entscheidungsfreiheit der Landwirte wird sich somit erhöhen. Die Landwirte haben in Zukunft die Möglichkeit, auf rentablere landwirtschaftliche Produktionsrichtungen umzusteigen, ohne dabei Prämienansprüche zu verlieren. Perspektivisch ist diese Entscheidungsfreiheit auch von Vorteil für alternative Kulturpflanzen (und Anbauverfahren), da ihre Wahl keinen Einfluss auf Prämienansprüche mehr hat. Kurzfristig wird dies aber aufgrund der mangelnden Konkurrenzfähigkeit wenig verändern.

Voraussetzung für den vollständigen Erhalt der entkoppelten und gekoppelten Direktzahlungen ist die Einhaltung von bestimmten Bewirtschaftungsauflagen. Diese Bindung der Direktzahlungen an die Einhaltung von Standards wird als Cross Compliance bezeichnet. Diese Verpflichtungen umfassen Grundanforderungen an die Betriebsführung, Anforderungen zur Erhaltung von Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand sowie Regelungen zum Erhalt von Dauergrünland. Bei Nichteinhaltung dieser Verpflichtungen durch den Landwirt kommt es zu einer Kürzung beziehungsweise bei vorsätzlichen Verstößen im Extremfall zu einem vollständigen Einbehalt der Zahlungen. Die Cross-Compliance-Regelungen umfassen neben 19 Einzelvorschriften einschlägiger EU-Regelungen nationale Mindestanforderungen zur Instandhaltung von Flächen und zum Bodenschutz (BMVEL 2005, S. 14; Bundesregierung 2005, S. 67 f.). Auswirkungen auf die Chancen von alternativen Kulturpflanzen und Anbauverfahren sind nicht zu erwarten.

Mit der obligatorischen Modulation werden die Direktzahlungen ab 2005 in allen Mitgliedstaaten um einen vorgegebenen Prozentsatz gekürzt. Die frei werdenden Gelder erhöhen die den Mitgliedstaaten zur Verfügung stehenden Mittel für ländliche Entwicklungsmaßnahmen. Neben dem erhöhten Mittelvolumen wurden vor allem in den Bereichen Tierschutz und Lebensmittelqualität sowie Unterstützung regionaler Partnerschaften das Maßnahmenspektrum zur Förderung der ländlichen Entwicklung ausgeweitet (BMVEL 2005, S. 15). Der Bund beteiligt sich im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) über die Grundsätze zur Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung u. a. an der Förderung ökologischer und umweltfreundlicher Anbauverfahren im Ackerbau. Im Rahmen umweltfreundlicher Anbauverfahren im Ackerbau werden schon heute neben anderen Fördertatbeständen der Anbau vielfältiger Fruchtarten sowie Mulch- oder Direktsaatverfahren gefördert. Hier würde es sich anbieten, den Mischanbau von Körnerfrüchten als neue förderfähige Maßnahme aufzunehmen. Da der Mischanbau von Körnerfrüchten heute in der Regel nicht mehr wettbewerbsfähig ist, würde damit der positive Einfluss auf die Agrobiodiversität über freiwillige Agrarumweltmaßnahmen honoriert. Auf der Ebene der Bundesländer besteht darüber hinaus die Möglichkeit, in den dortigen Agrarumweltprogrammen weitere länderspezifische Maßnahmen zu integrieren.

Literatur

1. In Auftrag gegebene Gutachten

Hoffmann, H., Borgman, J., Hahn, J. (2005): Neue Anbaumethoden und alternative Kulturpflanzen im Pflanzenbau – Entwicklungsstand und Potenziale. Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften

Honermeier, B. (2005): Stoffliche Nutzung alternativer Kulturpflanzen – Entwicklungsstand und Potenziale. Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Makowski, N. (2004): Mischanbau bei Körnerfrüchten. Rostock

2. Weitere Literatur

Adam, L. (1995): Einfluß des Nachbaus auf die Reduzierung des Topinamburdurchwuchses bei unterschiedlicher Herbizidintensität. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 310, S. 211–216

AID (1989): Zichorie und Topinambur als Zuckerlieferant. AID-Informationen, BLF-Forschungsergebnisse 36, Heft 12

Amelung, D. (1995): Schaderreger in Sommerölkulturen. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 310, S. 61–72

Anonym (1992): Zichorie wieder im Kommen. In: DLG-Mitteilungen (agrar-inform) 3, S. 7

Anonym (1993): Waschmittel mit Inulin. Der Inhaltsstoff der Zichorie ist ein guter Phosphatersatz. In: DLG-Mitteilungen (agrar-inform) 3, S. 8–9

Anonym (1996): Niederlande. Comeback für die Zichorie. In: DLG-Mitteilungen 7, S. 6–7

Anonym (2002): Krambe. *Crambe abyssinica* L. Steckbrief http://www.inavo.de/Deutsch/Kulturpf./Krambe/Krambe.htm, S. 1–3

Aufhammer, W. (1999): Mischanbau von Getreide- und anderen Körnerfruchtarten. Ein Beitrag zur Nutzung der Biodiversität im Pflanzenbau, Stuttgart

Aufhammer, W. (2000): Pseudogetreidearten. Buchweizen, Reismelde und Amarant. Herkunft, Nutzung und Anbau, Stuttgart

Aufhammer, W. (2003): Rohstoff Getreide. Stuttgart

Becker, K., John, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Stuttgart

Becker-Dillingen, J. (1928): Der Leindotter. In: Becker-Dillingen, J.: Handbuch des Hackfruchtbaues und Handelspflanzenbaues auf praktisch-wissenschaftlicher Grundlage unter besonderer Berücksichtigung der Pflanzenzüchtung, Bd. 2, Berlin, S. 384–386

Blanke, R. (2005): Sudangras – *Sorghum sudanense.* Charakteristik und Einsatzmöglichkeiten einer Futterpflanze. Hausarbeit im WPM „Ökologischer Landbau“, Humboldt-Universität zu Berlin, LGF, Lehrgebiet Ökologischer Land- und Gartenbau

BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) (2002a): Nationales Fachprogramm zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Kulturpflanzen. Bonn

BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) (2002b): Biologische Vielfalt in der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft. Bonn

BMVEL (Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) (2005): Meilensteine der Agrarpolitik. Umsetzung der europäischen Agrarreform in Deutschland, Berlin

Böhme, H., Flachowsky, G. (2005): Ernährungsphysiologische Bewertung von Leindotternebenprodukten in der Tierernährung. Workshop zur Bedeutung des Mischfruchtanbaus mit Ölpflanzen zur Produktion von pflanzlichen Ölen für die energetische Verwendung, Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft, FAL Braunschweig, 17. Januar 2005 (im Druck)

Bramm, A., Schittenhelm, S. (1999): Topinambur. In: Keller, E. R., Hanus H., Heyland, K.-U. (1999): Handbuch des Pflanzenbaues. Bd. 3: Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner und Futterleguminosen, Stuttgart, S. 283–304

Brücher, H. (1977): Tropische Nutzpflanzen. Ursprung, Evolution und Domestikation, Berlin u. a.O.

Brümmer, J.-M., Morgenstern, G. (1992): Backeigenschaften der Pseudo-Cerealien Amarant und Quinoa. In: Getreide, Mehl und Brot 46, S. 78–84

Brunner, J. (2002): Topinambur. *Helianthus tuberosus.* Internet http://www.inavo.de/Deutsch/Kulturpf/Topinam/topin.htm v. 15.12.02, S. 1–2

Bundesregierung (2005): Agrarpolitischer Bericht 2005. Deutscher Bundestag, Drucksache 15/4801, Berlin

BSA (Bundessortenamt) (2002): Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), und Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Hannover

BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) (2003): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis. Teil 1, Ribbesbüttel

Dambroth, M. (1983): Bestandsaufnahme und konzeptionelle Hinweise zur Wiederentwicklung eines Industriepflanzenanbaues in der Bundesrepublik Deutschland aus pflanzenzüchterischer Sicht. Teilbericht „Äthanolerzeugung“, Sdr. des Inst. f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt f. Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), S. 44–45

Diepenbrock, W., Fischbeck, G., Heyland, K.-U., Knauer, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Stuttgart

DSV (Deutsche Saatenveredelung) (2002): Leindotter. Newsletterservice (http://www.dsv-saaten.de)

Duke, J. A. (1983): Handbook of Energy Crops. Purdue University, unpublished (http://www. hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/sorghum_sudanense.html)

FAO (2000): FAO Yearbook 2000. Rome

FAO (2002): FAO Yearbook 2002. Rome

FAO (2004): FAO Yearbook 2004. Rome

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (2002): Chancen und Potenzial des deutschen Arzneipflanzenanbaus. Gülzower Fachgespräche Bd. 20, Gülzow

FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (Hg.) (2004): Färberpflanzen. Gülzow (http://www.nova-institut.de/news-images/20041104-08/pdf_167faerber_2004.pdf)

Franke, G. (Hg.) (1994): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Bd. 2: Spezieller Pflanzenbau, Stuttgart

Franke, G. (Hg.) (1995): Nutzpflanzen der Tropen und Subtropen. Bd. 1: Allgemeiner Pflanzenbau, Stuttgart

Franke, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen, Stuttgart

Franke, R., Dehe, M. (2003): Ökologischer Anbau von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland – Stand und Probleme. In: Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 8 (1), S. 18

Frese, L. (1999): Wurzelzichorie. In: Keller, E. R., Hanus, H., Heyland, K.-H. (1999): Handbuch des Pflanzenbaues. Bd. 3: Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen, Stuttgart, S. 495–505

Funatsuki, H., Maruyama-Funatsuki, W., Fujino, K., Agatsuma, M. (2000): Ripening habit of buckwheat. In: Crop Science 40, S. 1103–1108

Galizia, M., Grünwald, J. (2003): Markt und Marketing von Fertigprodukten aus Arzneipflanzen und die Deckung des Rohwarenbedarfs. In: Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 8 (3), S. 105–106

Geisler, G. (1988): Topinambur *(Helianthus tuberosus* L.). In: Geisler, G.: Pflanzenbau. Ein Lehrbuch – Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion, Berlin/Hamburg, S. 414–416

Hagels, H. (1996): Analytische, pharmazeutische, phytochemische sowie inter- und intraindividuelle Untersuchugnen zu Fagopyrum-Arten. Studie zur Pharmakokinetik des Rutins, Diss. Freie Universität Berlin

Harmuth, P. (1995): Ergebnisse von Pflanzenschutzversuchen zu nachwachsenden Rohstoffen aus Baden-Württemberg. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 310, S. 35–60

Heinisch, O. (1953): Rübenbau. Zichorie. In: Roemer, Th., Scheibe, A., Schmidt, J., Woermann, E.: Handbuch der Landwirtschaft. Bd. 2, Berlin/Hamburg

Heyland, K. U. (1996): Landwirtschaftliches Lehrbuch: Allgemeiner Pflanzenbau. Stuttgart

Hoffmann, M. (1999): Feuchtmulch zur Unkrautkontrolle und Bodenpflege. In: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau „Vom Rand zur Mitte“. Berlin, 23.–25. Februar 1999, S. 86–88

Hoffmann-Bahnsen, R. (2001): Vergessener Schatz. Die Rispenhirse, eine der ältesten Kulturpflanzen, In: bioland, Fachmagazin für den ökologischen Landbau 4, S. 9–10

Honermeier, B., Agegnehu, M. (1994): Zur Anbaueignung von Sommerleindotter *(Camelina sativa* Crtz.). In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. 7, S. 331–334

Honermeier, B., Webers, V., Schneeweiss, R. (1997): Zur Verarbeitungsqualität des Buchweizens *(Fagopyrum esculentum* Moench.). 1. Mitteilung: Ergebnisse aus deutschem Praxisanbau. In: Getreide, Mehl und Brot 51, S. 278–281

Hüttl, R. F. (2001): Rekultivierung im Braunkohlentagebau – Fallbeispiel Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaften. In: Akademie-Journal 1/2001, S. 7–12 (http://www.akademienunion.de/_files/akademiejournal/2001-1/AKJ_2001-1-S-07-12_huettl.pdf)

Kahnt, G. (1995): Erfahrungen mit dem Anbau von Sommerkulturen unter den Anbaubedingungen Süddeutschlands. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 310, S. 73–78

Kaltschmitt, M., Hartmann, H. (Hg.) (2001): Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren, Berlin u. a.O.

Klaus, M. (1995): Untersuchungen zum Anbau von Krambe *(Crambe abyssinica* Hochst.) als nachwachsender Rohstoff. Vortrag, III. Rapskolloquium Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern am 23. u. 24. Nov. 1995 in Futterkamp

Klaus, M. (1998): Untersuchungen zum Anbau von Crambe *(Crambe abyssinica* Hochst. ex R. E. Fries) auf pleistozänen Standorten im Nordosten Deutschlands. Diss. Universität Rostock

Klaus, M., Troegel, Th., Makowski, N., Graf, T., Vetter, A. (2002): Anbauempfehlungen für Krambe in Deutschland. Herausg. Landesforschungsanstalt f. Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. Internet 15.12.2002; S. 1–12

Körber-Grohne, U. (1988): Leindotter. In: Körber-Grohne, U.: Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie, Stuttgart, S. 389–393

Krusche, M. (2004): Aktueller Stand von Genehmigungen der Pflanzenschutzmittelanwendung in Arznei- und Gewürzpflanzenanbau. In: Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen 9 (1), S. 19–30

Makowski, N. (2000): Ölfrüchte. Crambe, Leindotter. In: Lütke Entrup N., Oehmichen, J. (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaues. Bd. 2: Kulturpflanzen, Gelsenkirchen, S. 548–552

Makowski, N., Dworzak, S. (1996): Leindotter – eine Alternative für Sandböden? In: Raps 14 (2), S. 86–88

Makowski, N., Klostermann, I. (1995): Leindotter, Kandidat für leichte Böden. In: DLG-Mitteilungen 1, S. 18–19

Makowski, N., Pscheidl, M. (2003): Anbau von Leindotter – Alternativen im ökologischen und konventionellen Landbau? In: Raps 21 (2), S. 73–77

Makowski, N., Troegel, T. (2001): Krambe – eine alternative Sommerölfrucht. FNR-Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Bd. 19, Gülzow

Matthäus, B. (1999): Leindotter – Untersuchungen an einer alten Kulturpflanze. (http://www.bmvel-forschung.de/FORSCHUNGSREPORTRESSORT/DDD/T1_99_1242.pdf)

Meyer, R., Revermann, Ch., Sauter, A. (1998): Biologische Vielfalt in Gefahr? Gentechnik in der Pflanzenzüchtung. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag Bd. 6, Berlin

Meier zu Beerentrup, H. (1986): Identifizierung, Erzeugung und Verbesserung von Einheimischen Ölsaaten mit ungewöhnlichen Fettsäuren. Diss. Universität Göttingen, 1986, S. 1–69

Mielke, H., Schöber-Butin, B. (2002): Pflanzenschutz bei Nachwachsenden Rohstoffen. Zuckerrübe, Öl- und Faserpflanzen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 391

Mielke, H., Schöber-Butin, B. (2004): Anbau und Pflanzenschutz Nachwachsender Rohstoffe (Sonderkulturen). Eiweiß-, Öl-, Färber-, Inulin- und Faserpflanzen. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 395

MLUR Brandenburg (Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz) (2004): Anbauempfehlungen Buchweizen (www.mlur.brandenburg.de/cms/detail.php?id=179612&_siteid=210)

Müller-Sämann, K. M., Kotschi, J. (1994): Sustaining Growth. Soil fertility management in tropical smallholdings. Weikersheim

Mündel, H.-H., Braun, J.P. (1999): Registration of Two Early-Maturing Safflower Germplasm Lines with High Oleic Acid and High Oil Content. In: Crop Science 39, S. 299

Ohsawa, R., Tsutsumi, T. (1995): Improvement of rutin content in buckwheat flour. In: Matano, T., Ujihara, A. (eds.): Current Advances in Buckwheat Research. Proc. 6th Int. Symp. on Buckwheat, Shinshu, S. 365–372

Paulsen, H. M. (2005): Forschungsergebnisse zum Mischfruchtanbau mit Leindotter und zur Leindotterfütterung am Institut für ökologischen Landbau der FAL. Workshop zur Bedeutung des Mischfruchtanbaus mit Ölpflanzen zur Produktion von pflanzlichen Ölen für die energetische Verwendung, Institut für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft, FAL Braunschweig, 17.01.2005 (im Druck)

Pude, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. FNR-Schriftenreihe „Pflanzen – Rohstoffe – Produkte“, Gülzow

Rakos, Ch. (1993): Ökologische Bewertung von Biomasse zur Wärmegewinnung. In: Glatz, H., Wenty, D. (Hg.): Energie aus Biomasse – Ausweg oder Sackgasse? Information zur Umweltpolitik, Nr. 87, Bundeskammer für Arbeiter und Angestellte, Wien

Rehm, S. (Hg.) (1989): Spezieller Pflanzenbau in den Tropen und Subtropen. Stuttgart

Rehm, S., Espig, G. (1984): Die Kulturpflanzen der Tropen und Subtropen. Stuttgart

Röbbelen, G. (1993): Eine Chance für Crambe? In: Agrar – Übersicht 2, S. 66–67

Röhricht, Ch. (2003): *Miscanthus sinensis* – Anbau und Verwertung von Chinaschilf. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Pflanzliche Erzeugung (http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/fachinformationen/pflanzenproduktion/download/450_miscanthus.pdf)

Sauermann, W., Gronow, J. (2002): Erbsen und Bohnen mischen. In: dlz 2, S. 46–52

Scheffer, K. (1998): Ein produktives, umweltschonendes Ackernutzungskonzept zur Bereitstellung von Energie und Wertstoffen aus der Vielfalt der Kulturpflanzen. (http://www.wiz.uni-kassel.de/ink/pub/1998scheffer01.pdf)

Schittenhelm, S. (1995): Pflanzenbauliche Möglichkeiten zur Reduzierung von Topinamburdurchwuchs. In: Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, Heft 310, S. 217–222

Schröder, G., Schölzel, H. (1964): Den Bezirk Schwerin zu einer reichen Kornkammer entwickeln. Schwerin

Schubert, S., Feuerle, R. (1993): Neue Möglichkeiten für Topinambur. In: DLG-Mitteilungen (agrar-inform) 10, S. 62–63

Schuchert, W. (2002): Zichorie *(Cichorium inybus* L.) – Verbreitung, Erträge, Verwendung. (www2.mpiz-koeln.mpg.de/pr/garten/schau/CichoriumintybusL/Zichorie.html)

Schultze-Motel, J. (Hg.) (1986): Rudolf Mansfelds Verzeichnis landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen). Berlin

Schuster, W.H. (1992): Ölpflanzen in Europa. Frankfurt a. M.

Schütte, A. (1991): Anbauversuche mit Zuckerhirse *(Sorghum bicolor* (L.) Moench). Diss. Gesamthochschule Kassel, FB Landwirtschaft, Witzenhausen

Statistisches Bundesamt (Hg.) (2004): Statistisches Jahrbuch 2004 für die Bundesrepublik Deutschland. Wiesbaden, S. 360–361

TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (1998): Gentechnik, Züchtung und Biodiversität (Autoren: Meyer, R., Revermann, Ch., Sauter, A.). Endbericht. TAB-Arbeitsbericht Nr. 55, Bonn

TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2004): Stand und Perspektiven des Einsatzes von moderner Agrartechnik im ökologischen Landbau (Autoren: Dusseldorp, M., Rösch, C.). TAB-Hintergrundpapier Nr. 12, Berlin

TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2005): Precision Agricultur (Autoren: Rösch, C., Dusseldorp, M., Meyer, R.). TAB-Arbeitsbericht Nr. 106, Berlin

Tahir, I., Farooq, S. (1988): Review article on buckwheat. In: Fagopyrum 8, S. 33–53

TFZ (Technologie- und Förderzentrum) (2004): Anbauanleitung Chinaschilf *(Miscanthus)* (http://www.stmlf-design2.bayern.de/tfz/pfl/pdf/mb_1pr_pfl_anb_miscanthus. pdf)

TFZ (Technologie- und Förderzentrum) (2005): Topinambur (*Helianthus tuberosus* L. – Anbauanleitung (http://www.stmlf-design2.bayern.de/tfz/pfl/pdf/mb_1pr_pfl_anb_topinambur.pdf)

TFZ (Technologie- und Förderzentrum) (2006): Sudangras Anbauhinweise *(Sorghum sudanense)* (http://www.stmlf-design2.bayern.de/tfz/pfl/pdf/mb_1pr_pfl_anb_sudangras.pdf)

Trenbath, B. R. (1976): Plant interactions in mixed crop communities. In: Papendick, R. I., Sanchez, P. A., Triplett, G. B. (eds). Multiple cropping. American Society of Agronomy, Special Publication 27, Madison, S. 129–169

Troegel, Th., Klaus, M. (1999): Anbauprogramm Krambe 1999. Sdr. Herausg. Landesforschungsanstalt f. Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, S. 1–2

Vandermeer, J. (1989): The ecology of intercropping. Cambridge

Vetter, A. (1997): Potenzielle Pflanzen zur Gewinnung von Naturfarbstoffen – Bedeutung und Markt. FNR-Schriftenreihe „Gülzower Fachgespräche“, S. 21–38

Vetter, A., Schwabe, I., Biertümpfel, A. (1999): Ergebnisse zum Anbau und zur Erstverarbeitung von Färberpflanzen. FNR-Schriftenreihe „Gülzower Fachgespräche“: Forum „Färberpflanzen“ 1999, S. 68–82

von Boguslawski, E. (1953): Ölfruchtbau. In: Roemer, Th., Scheibe, A., Schmidt, J., Woermann, E.: Handbuch der Landwirtschaft. Bd. 2, Berlin/Hamburg, S. 318–387

White, G. A., Gardner, J. C., Cook C. G. (1994): Biodiversity for industrial crop development in the United States. In: Industrial Crops and Products 2, S. 259–272

Wissenschaftlicher Beirat beim BMVEL (2004): Stellungnahme zu den Beschlüssen des Rates der Europäischen Union zur Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik vom 26. Juni 2003. In: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hg.): Berichte über Landwirtschaft, Bd. 82 (2), Berlin, S. 165–172

Wurl, G., Schwabe, I., Hill, D. (1999): Gewinnung von Indigo aus Waid und Färberknöterich. FNR-Schriftenreihe „Gülzower Fachgespräche“: Forum „Färberpflanzen“ 1999, S. 156–166

Wurl, H. (1989): Pflanzenbauliche Untersuchungen an Zichorie und Topinambur zur Erzeugung von Zuckerstoffen als Industrieprodukt. Diss., Gießen

Zubr, J. (2003): Qualitative variation of *Camelina sativa* seed from different locations. In: Industrial Crops and Products 3, S. 161–169

Anhang

1. Arznei- und Gewürzpflanzen

Nachfolgend werden die botanischen Charakteristika der wichtigsten in Deutschland nutzbaren Arznei- und Gewürzpflanzen beschrieben (Honermeier 2005, S. 45–52).

Anis *(Pimpinella anisum* L.)

Taxonomie: Familie der *Apiaceae*

Morphologie: Aufrechter Stängel, ca. 20–50 cm hoch, rund und gerillt, im oberen Bereich verzweigt. Die unteren Laubblätter sind ungeteilt, rundlich und gestielt, die oberen fein gegliedert und gezähnt. Die kleinen bis mittelgroßen Dolden sind in lockeren Doppeldolden angeordnet. Die Früchte sind oval-birnenförmig, 3–5 mm lang, leicht gerippt und flaumig behaart.

Entwicklungsverlauf: einjährige Pflanze (sommerannuell)

Verwendete Pflanzenteile: die getrockneten Früchte (Fruchtdroge)

Wirkstoffe: ätherisches Öl, Phenolcarbonsäueren, Cumarine, Flavonoide, fettes Öl (Glyceride der Petroselinsäure). Daneben enthalten die Früchte Lipide, Proteine, Kohlenhydrate und Mineralstoffe.

Artischocke *(Cynara carduncululus* L. ssp. *flavescens* Wikl.)

Taxonomie: Familie der *Asteraceae*

Morphologie: Kann 1–2 m hoch werden. Große, graufilzige und fiederteilige Blätter. Aus der Blattrosette entwickeln sich lange Achsen, an deren Ende kiefernzapfenähnliche Blütenköpfe gebildet werden können. Die Frucht ist eine behaarte Achäne. Als Droge werden die Blätter verwendet.

Entwicklungsverlauf: zweijährige distelartige Staude

Wirkstoffe: Kaffeesäureester der Chinasäure (1–4 Prozent), Flavonoide, Sesquiterpenlactone

Baldrian *(Valeriana officinalis* L.)

Taxonomie: Familie der *Valerianaceae*

Morphologie: Die Pflanze wird 70–150 cm hoch, besitzt einen kantigen, gefurchten hohlen Stängel, an dem große unpaarig gefiederte Blätter gegenständig angeordnet sind. An den Stängelspitzen bilden sich kleine rötlich-weiße Blüten. Die gelblich-braunen Früchte sind an der Spitze mit einem Pappus versehen.

Entwicklungsverlauf: In der Kultur wird Baldrian einjährig bis einjährig überwinternd angebaut.

Wirkstoffe: Valepotriate, Valtrat, Isovaltrat, Acevaltrat, ätherisches Öl

Borretsch *(Borago officinalis* L.)

Taxonomie: Familie der *Boraginaceae*

Morphologie: Bildet eine Blattrosette, aus der ein aufrechter, 40–130 cm hoher Stängel hervorgeht. Die Laubblätter sind eiförmig, ganzrandig bis leicht gebuchtet. Sie stehen wechselständig und sind auf beiden Seiten behaart. Die Sternblüten sind azurblau oder weiß, teilweise auch violett. Sie stehen in Doppelwickeln und bilden Doldenrispen.

Entwicklungsverlauf: einjährige Pflanze (sommerannuell)

Verwendete Pflanzenteile: entweder das ganze Kraut oder die Früchte (Samendroge)

Wirkstoffe: In den Samen: fettes Öl (Palmitinsäure, Ölsäure, Linolsäure und ca. 18–20 Prozent γ-Linolensäure). In der gesamten Pflanze: Gerbstoffe, Schleimstoffe, Saponine, Flavone, ätherisches Öl.

Buchweizen *(Fagopyrum esculentum* Moench)

Taxonomie: Familie der *Polygonaceae*

Morphologie: Besitzt eine kurze spindelförmige Pfahlwurzel, wird in freier Natur 15–60 cm und in Kultur bis 120 cm hoch. Die Blätter sind herzpfeilförmig, zugespitzt und wechselständig angeordnet. Die Blüten sind zwittrig, weißlich-gelb bis rosa und sitzen blattwinkel- oder endständig in doldenähnlichen Rispen. Die Frucht ist eine dreikantige, spitze Nuss, von silbergrauer, dunkelbrauner bis schwarzer Farbe.

Verwendete Pflanzenteile: das frische oder getrocknete Kraut

Entwicklungsverlauf: einjährig

Wirkstoffe: Flavonoide (Rutosid 4–8 Prozent), Phenole, Dianthrone

Echte Kamille *(Chamomilla recutita* (L.) Rauschert)

Taxonomie: Familie der *Asteraceae*

Morphologie: Wuchshöhe bis ca. 80 cm. Zwei- bis dreifach fiederteilige Blätter sitzen wechselständig an den verzweigten Stängeln. Blütenköpfe mit Rand-, Zungen- und Röhrenblüten. Drüsenschuppen auf Hüllkelchblättern, in denen sich das ätherische Öl befindet. Als Droge werden die Blüten genutzt.

Entwicklungsverlauf: winterannuell, auch sommerannuelle Nutzung möglich

Wirkstoffe: ätherisches Öl (0,3–1,5 Prozent), Flavonoide, Cumarine, Schleimstoffe

Fenchel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

Taxonomie: Familie der *Apiaceae*

Morphologie: Von dieser Art können drei Varietäten unterschieden werden: 1. ssp. *vulgare,* var. vulgare = Arzneifenchel oder Bitterer Fenchel, 2. var. *dulce* = Gewürzfenchel oder Süßer Fenchel und 3. var. *azoricum* = Knollen- bzw. Gemüsefenchel. Der bittere Fenchel wird 1–2 m hoch. Er hat eine tiefgehende Pflanzenwurzel und runde und gefurchte Stängel. Die Laubblätter sind stark gefie-

dert. Im ersten Jahr erscheinen die gelben, zur Dolde ausgebildeten Blüten. Die Früchte sind graugrün bis gelbbraun gefärbt.

Entwicklungsverlauf: Der bittere Fenchel ist eine zweijährige bis ausdauernde Staude.

Wirkstoffe: *Foeniculi amari fructus:* Ätherisches Öl (2–6 Prozent), Flavonoide, organische Säuren, fettes Öl. *Foeniculi dulci fructus:* Ätherisches Öl (1,5–3 Prozent). *Foeniculi aetheroleum:* trans-Anethol (50–70 Prozent), Fenchnon (10–20 Prozent), etwas Estragol, α-Pinen, Monoterpene.

Goldrute *(Solidago virgaurea* L.)

Taxonomie: Familie der *Asteraceae*

Morphologie: Aus einer knotigen Wurzel bildet sich ein aufrechter, verzweigter Stängel, der bis 1 m hoch wird. Die Blätter sind wechselständig und eiförmig bis lanzettlich. Die Blütenköpfe sind gelb. Die Frucht ist eine Achäne mit einem Flugorgan (Pappus).

Verwendete Pflanzenteile: oberiridische Teile *(Solidaginis virgaureae herba)*

Entwicklungsverlauf: ausdauernd

Wirkstoffe: ätherisches Öl (0,4–0,5 Prozent), Triterpensaponine, Flavonoide, Phenolglucozide, Kaffeesäurederivate, Kohlenhydrate

Johanniskraut *(Hypericum perforatum* L.)

Taxonomie: Familie der *Hypericaceae*

Morphologie: Der Stängel ist zweikantig (bei anderen *Hypericum*-Arten vierkantig) und wächst 70–90 cm hoch. Die Blätter sind gegenständig angeordnet und wirken punktiert durch ölhaltige Exkretbehälter. Die Blüten sind gelb mit dunklen Strichen. Die Frucht ist eine dreifächrige Kapsel.

Verwendete Pflanzenteile: das Kraut mit den Blüten *(Hyperici herba)*

Entwicklungsverlauf: mehrjährige und Ausläufer bildende Pflanze

Wirkstoffe: Dianthrone (0,1–0,3 Prozent), Flavonoide, Hyperforin (bis zu 3 Prozent), ätherisches Öl (0,2–1 Prozent), Gerbstoffe

Kümmel *(Carum carvi* L.)

Taxonomie: Familie der *Apiaceae*

Morphologie: Wuchshöhe bis zu 120 cm. Die Pflanze trägt an jedem der bis zu drei kantig gerieften und kahlen Stängel 5–10 Dolden auf unterschiedlicher Höhe. Die Blätter sind zwei- bis dreifach gefiedert. Die Blüten sind weiß und fünfzählig. Verwendete Pflanzenteile: die Früchte *(Carvi fructus* und *Carvi aetheroleum).*

Entwicklungsverlauf: Es gibt ein- und zweijährige Sorten.

Wirkstoffe: *Carvi aetheroleum:* Carvon (50–65 Prozent), Limonen (40–50 Prozent), Carveol und Dihydrocarveol, zahlreiche Monoterpenkohlenwasserstoffe und Monoterpenalkohole. *Carvi fructus:* ätherisches Öl (3–7 Prozent), fettes Öl, Proteine

Lavendel *(Lavandula Angustifolia* Mill. SSP. *Angustifolia Syn. L. Officinalis* bzw. *L. Vera* und *L. Hybrida* bzw. *L. Intermedia*

Taxonomie: Familie der *Labiatae*

Morphologie: Echter Lavendel *(L. angustifolia, L. officinalis, L. vera)* ist ein Halbstrauch, der eine Höhe von 60–80 cm erreichen kann. Die Blätter sind 3–5 cm lang, langzettlich schmal, die jüngeren graugrün behaart. An einzelnen Stängeln sitzen violettblau, rosa oder weiße Blütenviertel.

Entwicklungsverlauf: mehrjährig

Verwendete Pflanzenteile: gesammelte Blüten mit Kelch

Wirkstoffe: ätherisches Öl (Linalool, Linalylacetat, Cineol, Borneol, Campher), Gerb- und Bitterstoffe

Majoran *(Origanum majorana* L.)

Taxonomie: Familie der *Lamiaceae*

Morphologie: Pflanze mit vierkantigem Stängel, der bis zu 50 cm hoch wird. Die Laubblätter sind graufilzig behaart, verkehrt einförmig, ganzrandig und kurz gestielt. Die Blüten sind mit den kreisrunden, graugrünen Hochblättern verdeckt.

Entwicklungsverlauf: in Mitteleuropa einjährig, im Mittelmeergebiet mehrjährig (4–5 Jahre)

Wirkstoffe: *Origanum majorana* L.: ätherisches Öl, Bitter- und Gerbstoffe, Vitamin C

Nachtkerze *(Oenothera biennis* L.)

Taxonomie: Familie der *Onagraceae*

Morphologie: Im ersten Jahr bildet die Pflanze eine liegende Blattrosette. Ab dem zweiten Jahr wächst ein kantiger Stängel mit Blattachseln bis 1 m Wuchshöhe. Die Grundblätter sind länglich verkehrt eiförmig oder elliptisch. In den Blattachseln sitzen die duftenden hellgoldgelben Blüten. Die Samen enthalten fettes Öl.

Entwicklungsverlauf: ein- bis zweijährig

Wirkstoffe: fettes Öl (Linolsäure, γ-Linolensäure)

Ölkürbis *(Cucurbita pepo* L. *conv. citrulina var. styriaca)*

Taxonomie: Familie der *Cucurbitaceae*

Morphologie: Der liegende Stängel kann bis 10 m lang wachsen und bildet viele Seitentriebe. Die Blätter sind sehr groß und herzförmig. Die Pflanze ist einhäusig, getrennt geschlechtlich. Die Blüten sind gelb. Die Früchte sind bis 4 kg schwer und bei Reife gelbgrün. Die Samen

der steirischen Varietät *(var. styriaca* J. Geb.) sind weichschalig (ohne Zelluloseschalen).

Entwicklungsverlauf: einjähriges Kraut

Wirkstoffe: Kürbissamen enthalten bis 48 Prozent Fett (Linol-, Öl-, Palmitinsäure), Eiweiß, Kohlenhydrate, Vitamin-B-Komplex, Vitamin E

Oregano *(Origanum vulgare* L.)

Taxonomie: Familie der *Labiatae*

Morphologie: Oregano ist eine Staude (40–60 cm Wuchshöhe) mit verzweigtem Wurzelstock und verholzten Ausläufern. Die Stängel sind behaart, rötlich gefärbt und tragen gegenständige angeordnete und eiförmige Blätter. Die Blüten sind meist rosa und manchmal weißlich.

Entwicklungsverlauf: mehrjährige Pflanze

Wirkstoffe: ätherisches Öl (Inhaltsstoffe: Carvacrol, Thymol, Caryophyllen, Terpinen, p-Cymen), Gerbstoffe

Petersilie *(Petroselinum crispum* (Mill.) Nym. Ex. A. W. Hill)

Taxonomie: Familie der *Apiaceae*

Morphologie: Im ersten Jahr bildet die Pflanze nur eine ca. 35 cm hohe Blattrosette, im zweiten Jahr wachsen bis zu 120 cm hohe kantige, blütentragende Stängel. Die Blätter sind glatt, glänzend dunkelgrün und verschiedenartig gefiedert. Die Blüten sind grünlich-gelb und stehen in langgestielten Dolden.

Entwicklungsverlauf: zwei- bis mehrjährige Pflanze

Wirkstoffe: ätherisches Öl, Nebenbestandteile (β-Bisabolen, Germacren A, (R)-(+)-Limonen, α-Pinen, β-Sesquiphellandren), Flavonoide, Cumarine, Furanocumarine und Polyacetylene

Pfefferminze *(Mentha x piperita* L.)

Taxonomie: Familie der *Lamiaceae*

Morphologie: Wuchshöhe 30–80 cm. Die Laubblätter sind gegenständig angeordnet, länglich-eiförmig bis lanzettlich und am Rand grob gezähnt. Die Blüten sind rosa bis lila und stehen in endständigen Ähren.

Entwicklungsverlauf: Ausläufer vegetativ über Stolonen

Wirkstoffe: ätherisches Öl (0,5–4 Prozent), Gerbstoffe, Flavonglycoside, Rosmarinsäure

Purpur-Sonnenhut *(Echinacea purpurea* (L.) Moench), Schmalblättriger Sonnenhut *(E. angustifolia* DC.) und Blasser Sonnenhut *(E. pallida* Nutt.)

Taxonomie: Familie der *Compositae*

Morphologie: Die Arten unterscheiden sich durch ihre Wuchshöhe, Blattform und ihr Wurzelsystem. *E. angustifolia* und *E. pallida* haben schmal lanzettliche Blätter, werden 50–110 cm hoch und haben starke, senkrecht tief in den Boden reichende Pflanzenwurzeln. *E. purpurea* hat eiförmige, kahle Blätter, Wuchshöhe 80–180 cm und hellbraune Wurzeln, die durch Verzweigung eines senkrechten Rhizoms einen mehrköpfigen Wurzelstock bilden. Alle Arten haben rosa bis purpurne hängende Zungenblüten.

Entwicklungsverlauf: ausdauernde Pflanze

Verwendete Pflanzenteile: Von *E. pallidae* und *E. angustifolia* werden die Wurzeln verwendet und von *E. purpurea* das Kraut.

Wirkstoffe: Kaffeesäurederivate (Echinacosid und Cichoriensäure), verschiedene Alkamide/Ketoalkine, Polysacharide, ätherisches Öl

Ringelblume *(Calendula officinalis* L.)

Taxonomie: Familie der *Asteraceae*

Morphologie: Bildet einen 60–70 cm hohen, aufrechten, kantigen Stängel aus. Die Blätter sind klebrig, fein behaart und wechselständig angeordnet. Die Blütenkörbchen sind mittelgroß bis groß mit einem Durchmesser bis über 4 cm, bei „gefüllten“ Sorten 8–9 cm. Sie bestehen innen aus zwittrigen, röhrigen Scheibenblüten, umgeben von zahlreichen weiblichen dottergelben bis orangegelben Strahlenblüten. Die Früchte sind polymorph: Flug-, Haken- und Larvenfrüchte.

Entwicklungsverlauf: ein- bis zweijährige überwinternde Pflanze

Verwendete Pflanzenteile: Blüten und Kraut

Wirkstoffe: Triterpensaponine, Triterpenalkohole, Flavonoide, Carotinoide, ätherisches Öl, wasserlösliche Polysacharide

Schafgarbe *(Achillea millefolium* L.)

Taxonomie: Familie der *Asteraceae*

Morphologie: Schafgarbe hat einen 15–70 cm hohen Stängel. Die Blätter sind schmal lanzettlich und zwei- bis dreifach gefiedert. Die Blüten sind schmutzig weiß bis rosa und in einer rispigen Scheindolde angeordnet.

Entwicklungsverlauf: ausdauernde Staude

Verwendete Pflanzenteile: die zur Blütezeit gesammelten und getrockneten oberirdischen Pflanzenteile

Wirkstoffe (ähnlich Kamille): ätherisches Öl (Proazulene, Matrizin, Millefolium)

Salbei *(Salvia officinalis* L.)

Taxonomie: Familie der *Labiatae*

Morphologie: Salbei ist ein Halbstrauch mit verholztem und verzweigtem Stängel, der 50–60 cm hoch wachsen kann. Die gegenständigen Blätter sind langgestielt, länglich eiförmig und in der Jugendphase dicht silbrig behaart. Die Blüten sind zu 6–8 übereinander stehenden Scheinquirlen angeordnet und von blauer, violetter, manchmal auch weißer Farbe.

Entwicklungsverlauf: mehrjährige Pflanze

Verwendete Pflanzenteile: das getrocknete Laubblatt (Blattdroge)

Wirkstoffe: ätherisches Öl (Inhaltsstoffe: α- und β-Thujon, 1,8-Cineol, Campher, Borneol, Bornylacetat), Gerb- und Bitterstoffe (Carnosol)

Weide *(Salix spec.)*

Taxonomie: Familie der *Salicaceae*

Morphologie: Ein zweihäusiger Baum mit katzenförmigen Blütenständen („Weidenkätzchen“), die im Frühjahr erscheinen. In Deutschland werden zur Drogengewinnung hauptsächlich die Purpurweide *(S. purpurea),* Reifweide *(S. daphnoides)* sowie die Bruch- und Lorbeerweide *(S. fragilis; S pentandra)* verwendet.

Verwendete Pflanzenteile: die Rinde *(Salicis cortex)*

Wirkstoffe: Phenolheteroside (Phenolglycoside), Salicin, Purpurein, Salireposid, Catechin, Flavonoide, Gerbstoffe

Wolliger Fingerhut *(Digitalis lanata* Ehrh.)

Taxonomie: Familie der *Scrophulariaceae*

Morphologie: Im ersten Jahr bildet die Pflanze eine Blattrosette und im zweiten Jahr einen Blütenstängel, der eine Höhe bis 150 cm erreichen kann. Die Blätter sind lineallanzettlich, kahl mit bogenförmiger Nervatur. Die Blüten sind weiß oder blassockerfarben und von braunen Adern durchzogen. Sie stehen in einer allseits wendigen Traube.

Entwicklungsverlauf: zweijährige Entwicklung, in Kultur wird die Pflanze nur einjährig geführt

Verwendete Pflanzenteile: die getrockneten Laubblätter

Wirkstoffe: Glycoside (Lanatosid A, B, C, D, E und dazu gehörige Sekundärglycoside wie Digoxin und Digitoxin), Saponine und das Enzym Digilanidase; die Pflanze ist sehr giftig

Ysop *(Hyssopus officinalis* L.)

Taxonomie: Familie der *Labiatae*

Morphologie: Vierkantiger Stängel bis 60 cm hoch, am Grunde verholzt, besitzt eine mattbraune, abblätternde Borke. Die derben Blätter sind linear lanzettlich, mittelgrün, fast glänzend. Die Blüten sitzen in den Blattachseln und sind zu einem 25 cm langen, ährigen Blütenstand vereinigt. Sie sind violettblau, rosa oder weißlich.

Entwicklungsverlauf: ausdauernder Halbstrauch

Verwendete Pflanzenteile: das frische oder getrocknete Kraut

Wirkstoffe: ätherisches Öl (Pinocamphon, Isopinocamphon, α- und β-Pinen, Cineol, Linalool, Terpineol, Pinocampheon), Bitter- und Gerbstoffe, Harze

Zitronenmelisse *(Melissa officinalis* L.)

Taxonomie: Familie der *Labiatae*

Morphologie: Aufrechte Sprossachse, die eine Höhe von 60–80 cm erreicht. Die Blätter riechen stark zitronenartig und sind eiförmig, z. T. herzförmig. Die Blüten stehen achselständig in Scheinvierteln. Sie sind bläulich-weißlich gefärbt.

Entwicklungsverlauf: ausdauernde Pflanze, die mehrjährig genutzt wird

Verwendete Pflanzenteile: das getrocknete Laubblatt bzw. Kraut

Wirkstoffe: ätherisches Öl (Citral, Citronellal, Citranellol, Linalool, Gerianol), Gerb- und Bitterstoffe, Schleim

2. Färberpflanzen

Nachfolgend werden die botanischen Charakteristika und agronomischen Eigenschaften der wichtigsten in Deutschland nutzbaren Färberpflanzen beschrieben (Honermeier 2005, S. 68–71).

Echter Dost *(Origanum vulgare* L.)

Botanik: Der echte Dost ist eine perennierende Pflanze aus der Familie der Lippenblütler. Die Pflanze besitzt eine 30–70 cm hohe Sprossachse, die eine rote bis braunrote Färbung aufweist. Die Blätter sind schwach gezähnt und gegenständig angeordnet. Die Blüten sind weiß bis rötlich-violett. Die Blütenstände können als endständige, doldenartige Scheinquirlen charakterisiert werden.

Droge/Farbstoffe: Als Droge fungiert das Kraut, das vor allem als Gewürz eingesetzt wird. Die Pflanze enthält ätherisches Öl sowie verschiedene Bitter- und Gerbstoffe. Die Hauptinhaltstoffe der braun färbenden Naturfasern sind Kämpferolglucoside.

Anbau**:** Der Dost stellt keine besonderen Ansprüche an das Klima und kann auch in Deutschland kultiviert werden. Von der Pflanze werden warme und trockene Lagen bevorzugt. Die Ansprüche an die Nährstoffversorgung sind gering. Produktionstechnisch ist die Kultivierung von echtem Dost in Deutschland wenig problematisch.

Färberhundskamille *(Anthemis tinctoria* L.)

Botanik: Die Färberhundskamille ist eine zweijährige Pflanze der Familie der Korbblütler. Sie bildet bis zu ca. 1 m lange Sprossachsen mit gelben Blüten aus.

Droge/Farbstoffe: Als Droge fungieren die Blüten. Verantwortlich für die gelbe Farbe ist das Luteolin (= 3', 4', 5, 7-Tetrahydroxylflavonol).

Anbau: Die Färberhundskamille stellt keine besonderen Ansprüche an das Klima. Von der N-Düngung wird wegen der vermehrten Blatt- und der reduzierten Blütenbildung abgeraten. Aufgrund der Anspruchslosigkeit wird eine niedrige Versorgung des Bodens mit K_2O und P_2O_5 toleriert. Pflanzenschutzmittel sind für Färberhundkamille nicht zugelassen.

Färberknöterich *(Polygonum tinctorium)*

Botanik: Der Färbeknöterich zählt zur Familie der Knöterichgewächse. Verschiedene einheimische Wild- und Kulturpflanzen gehören ebenfalls dieser Pflanzenfamilie an. (Windenknöterich, Pfefferknöterich, Buchweizen). Die Pflanze ist einjährig, wärmeliebend (frostsensitiv) und besitzt einen z. T. kriechenden Wuchs.

Droge/Farbstoffe: Genutzt werden die Blätter, da nur in diesen Organen die Farbstoffkomponenten enthalten sind. Der Blattanteil an der Gesamtdroge sollte daher hoch sein. Das Blatt-Stängel-Verhältnis kann 1:0,5 (2. Schnitt) bis 1 : 1 (1. Schnitt) betragen. In den Blättern der Pflanzen befinden sich die Vorstufen des blauen Farbstoffs Indigo mit Anteilen von ca. 3–4 Prozent der TM.

Färberkrapp *(Rubia tinctorium* L.)

Botanik: Färberkrapp ist eine ausdauernde Pflanze aus der Familie der Rötegewächse. Die Pflanze kann einen bis 2 m langen Stängel ausbilden. Die Blätter sind klein und schmal und am Stängel lanzettlich angeordnet. Die Blüten sind grünlich-gelb und in Trugdolden gruppiert. Sie bilden erst rote und in der Reife schwarze Beeren. Färberkrapp besitzt einen kriechenden Habitus. Genutzt werden die Wurzeln, die außen rot und innen gelb gefärbt sind.

Droge/Farbstoffe: Die Färberkrappwurzeln sind zur Rotfärbung von Naturfasern geeignet. Die Hauptfarbstoffe sind: Di- und Trihydroxyanthrachinongycoside, insbesondere Glycoside des Alizarins (1,2 – Dihydroxyanthrachinon).

Anbau: Färberkrapp stellt keine besonderen Ansprüche an die Boden- und Klimaverhältnisse. Er ist frosthart und überwintert sehr gut. Auch die Standortbedingungen in Deutschland sind für das Wachstum und die Kultivierung dieser Pflanze geeignet. Pflanzenschutzmittel sind für Färberkrapp nicht zugelassen. In Deutschland wurden in den vergangenen Jahren in Brandenburg, Hessen und Thüringen zahlreiche Anbauversuche mit Krapp erfolgreich durchgeführt.

Färberwaid *(Isatis tinctoria* L.)

Botanik: Der Färberwaid zählt zur Familie der Kreuzblütler *(Cruciferae)*. Er ist in Mitteleuropa heimisch und wild vorkommend. Der Waid ist eine winterannuelle Kulturpflanze, die im ersten Standjahr eine Blattrosette und im zweiten Jahr nach der Überwinterung den Blütenstand (gelbe Blütenfarbe) ausbildet. Die Pflanze erreicht eine Höhe von 100–180 cm und erzeugt eine große Anzahl an Schoten, die meist einsamig sind.

Droge/Farbstoffe: Genutzt werden die Blätter, in denen sich die Vorstufen des Indigos (Indican und Isatan B) befinden. Das Indigo ist in den Pflanzen somit nicht als fertiger Farbstoff enthalten, sondern als farblose, wasserlösliche Derivate des Indoxyls zu finden. Das Isatan B kann als Indoxyl-5-Keto-glutonat und das Indican als Indoxyl-β-D-glucosid beschrieben werden. Die Blätter werden nach der Ernte frisch verarbeitet. Die Indigoherstellung kann wie folgt vorgenommen werden: Extraktion mit Wasser, Zugabe von Alkalien zur Erhöhung des pH-Wertes auf 9–11, Einleiten von Luft zur Oxidation des Indoxyls zu Indigo, Ausfällen des wasserunlöslichen Indigofarbstoffs.

Anbau: Die Kultivierung des Färberwaids ist in Deutschland möglich und besitzt in einigen Regionen (Thüringen) eine lange Tradition. Empfehlungen zur Kultivierung liegen für Deutschland vor (FNR 2004).

Färberwau *(Reseda luteola* L.)

Botanik: Färberwau besitzt einen ein- bis zweijährigen Entwicklungszyklus. Die Pflanze erreicht eine Länge von bis zu 150 cm. Die Sprossachsen sind rutenförmig und tragen gelblich-weiße Blütentrauben.

Droge/Farbstoffe: Als Droge werden die Blütenstände genutzt. Färberwau enthält gelbe Farbstoffe aus der Gruppe der Flavonoide (Luteolin-7-glucosid, Lukolin, Apigenin, Lukolin-3,7-diglucosid). Die Farbstoffgehalte liegen im Blühhorizont in der Spanne von 2–3,5 Prozent der TM.

Anbau: Anbauversuche mit Färberwau wurden in den letzten Jahren insbesondere in Thüringen durchgeführt. Bewährt hat sich eine Aussaat in Frühjahr (März). Späte Aussaaten im Spätsommer können der Auswinterung unterliegen. Der N-Bedarf der Pflanzen wird als mittel bis gering eingeschätzt. Zu hohe N-Gaben können die Farbstoffgehalte mindern, weshalb verhaltene N-Gaben von 60–100 kg/ha empfohlen werden (Vetter et al. 1999). Als günstiger Erntetermin wird das Stadium der Vollblüte angesehen. Erfahrungen zur Trocknung der Droge und zur Farbstoffextraktion liegen vor.

Kanadische Goldrute *(Solidago canadiensis)*

Botanik: Die Kanadische Goldrute ist eine invasive Wildpflanze mit hohem Konkurrenzvermögen und schneller Ausbreitung in der heimischen Wildflora. Die kleinsamigen Pflanzen (TKG = 0,02 g) besitzen eine hohe Vermehrungsrate. Die Pflanzen können eine Länge von 1–2 m erreichen.

Droge/Farbstoffe: Als Droge wird der Blütenstand genutzt. Die Blüten enthalten gelbe Farbstoffe aus der Gruppe der Flavonoide mit Gehalten von 3,0–3,5 Prozent der TM. Bei einem hohen Stängelanteil in der Rohware kann der Farbstoffgehalt auf 1,0–2,5 Prozent der TM sinken.

Anbau: Eine Kultivierung der Kanadischen Goldrute ist in Deutschland möglich. Die Ernte sollte zur Blüte mit einer Schnitthöhe von 60–70 cm (bei langen Formen) erfolgen. Die TM-Erträge können Werte von 50–70 dt/ha erreichen.

Rainfarn *(Chrysanthemum vulgare* L.)

Botanik: Der Rainfarn ist eine ausdauernde Pflanze aus der Familie der Korbblütler. Die Pflanzen entwickeln einen 60–150 cm hohen Stängel, der dicht beblättert und unverzweigt ist. An den Stängeln sitzen wechselständig

einfach bis doppelt fiederspaltige Laubblätter. Die kleinen Korbblüten sind gelb.

Droge/Farbstoffe: Luteolin, Quercetin und Isorhamnetin sind die färbenden Inhaltsstoffe des Rainfarns. Der Farbstoffgehalt liegt bei ca. 1,5 Prozent i. d. TM.

Anbau: Rainfarn ist eine heimische Wildpflanze, die an die Standortverhältnisse in Europa gut adaptiert ist. Die Kultivierung des Rainfarns ist prinzipiell möglich, jedoch mit einem relativ hohen Aufwand für Pflege und Ernte verbunden.

Saflor *(Carthamus tinctorius* L.)

Botanik: Der Saflor (oder Färberdistel) ist eine einjährige Pflanze aus der Familie der Korbblütengewächse mit stachlig gezahnten Blättern und großen Blütenköpfen. Die Pflanze erreicht eine Länge von ca. 60–130 cm und ist im oberen Drittel meist verzweigt. Die Blütenfarbe ist gelb bis rot. Die Blütenkörbe sind geschlossen und distelartig aussehend.

Droge/Farbstoffe: Saflorblüten enthalten zwei Farbstoffe: Saflorgelb und Saflorrot (Carthamin). Saflorgelb ist wasserlöslich. Zur Gewinnung des Saflorrots, das in Wasser wenig löslich ist, wird der gelbe Farbstoff von den frischen oder getrockneten Blüten ausgewaschen und getrocknet. Die Samen enthalten 25–40 Prozent fettes Öl als Reservestoff, weshalb Saflor auch als Ölpflanze genutzt wird.

Anbau: Saflor ist eine wärmeliebende Pflanze, die auf sandigen Lehmböden kultiviert werden kann. Trockenheit wird gut vertragen. Zur Verfügung stehen verschiedene EU-Sorten aus Spanien und Italien, die auch auf wärmeren Standorten in Deutschland angebaut werden können. Zugelassene Pflanzenschutzmittel gibt es für Saflor nicht. Zur Farbstoffgewinnung wird die ganze Pflanze geerntet.

3. Tabellenverzeichnis

4. Abbildungsverzeichnis

Gesamtherstellung: H. Heenemann GmbH & Co., Buch- und Offsetdruckerei, Bessemerstraße 83–91, 12103 Berlin
Vertrieb: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Amsterdamer Str. 192, 50735 Köln, Telefon (02 21) 97 66 340, Telefax (02 21) 97 66 344
ISSN 0722-8333